ANNALES

DE LA

SCIENCE AGRONOMIQUE

FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE

Comité de rédaction des Annales.

Rédacteur en chef :

L. GRANDEAU, directeur de la Station agronomique de l'Est.

Secrétaire de la rédaction :

H. GRANDEAU, sous-directeur de la Station agronomique de l'Est.

U. Gayon, directeur de la Station agronomique de Bordeaux.

Guinon, directeur de la Station agronomique de Châteauroux.

Margottet, directeur de la Station agronomique de Dijon.

Th. Schlœsing, de l'Institut, professeur à l'Institut national agronomique.

E. Risler, directeur de l'Institut national agronomique.

A. Girard, professeur à l'Institut national agronomique.

A. Müntz, professeur à l'Institut national agronomique.

A. Ronna, membre du Conseil supérieur de l'agriculture.

Ed. Henry, professeur à l'École nationale forestière.

E. Reuss, inspecteur des forêts à Alger.

Correspondants des Annales pour l'étranger.

ALLEMAGNE.

L. Ebermayer, professeur à l'Université de Munich.

J. König, directeur de la Station agronomique de Münster.

Fr. Nobbe, directeur de la Station agronomique de Tharand.

Tollens, professeur à l'Université de Göttingen.

ANGLETERRE.

R. Warington, chimiste du laboratoire de Rothamsted.

Ed. Kinch, professeur de chimie agricole au collège royal d'agriculture de Cirencester.

BELGIQUE.

A. Petermann, directeur de la Station agronomique de Gembloux.

CANADA.

Dr O. Trudel, à Ottava.

ÉCOSSE.

T. Jamieson, directeur de la Station agronomique d'Aberdeen.

ESPAGNE ET PORTUGAL.

João Motta dâ Prego, à Lisbonne.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.

E. W. Hilgard, professeur à l'Université de Berkeley (Californie.)

HOLLANDE.

A. Mayer, directeur de la Station agronomique de Wageningen.

ITALIE.

A. Cossa, professeur de chimie à l'École d'application des ingénieurs, à Turin.

NORWÈGE ET SUÈDE.

Zetterlund, directeur de la Station agronomique d'Orebro.

Dr Al. Atterberg, directeur de la Station agronomique et d'essais de semences de Kalmar.

SUISSE.

E. Schultze, directeur du laboratoire agronomique de l'École polytechnique de Zurich.

RUSSIE.

Thoms, directeur de la Station agronomique de Riga.

NOTA. — *Tous les ouvrages adressés* franco *à la Rédaction seront annoncés dans le premier fascicule qui paraîtra après leur arrivée. Il sera, en outre, publié s'il y a lieu, une analyse des ouvrages dont la spécialité rentre dans le cadre des* Annales (*chimie, physique, géologie, minéralogie, physiologie végétale et animale, agriculture, sylviculture, technologie, etc.*).

Tout ce qui concerne la rédaction des Annales de la Science agronomique française et étrangère (*manuscrits, épreuves, correspondance, etc.*) *devra être adressé* franco *à M.* **Henry Grandeau**, *docteur ès sciences, secrétaire de la Rédaction*, 3, *quai Voltaire, à Paris.*

ANNALES

DE LA

SCIENCE AGRONOMIQUE

FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE

ORGANE

DES STATIONS AGRONOMIQUES ET DES LABORATOIRES AGRICOLES

PUBLIÉES

Sous les auspices du Ministère de l'Agriculture

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

PAR

LOUIS GRANDEAU

DIRECTEUR DE LA STATION AGRONOMIQUE DE L'EST
PROFESSEUR SUPPLÉANT AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS
INSPECTEUR GÉNÉRAL DES STATIONS AGRONOMIQUES
VICE-PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE D'ENCOURAGEMENT A L'AGRICULTURE
MEMBRE DU CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'AGRICULTURE

SEPTIÈME ANNÉE — 1890

Tome II.

Avec figures dans le texte et planches photolithographiées.

PARIS

BERGER-LEVRAULT ET Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

5, rue des Beaux-Arts

MÊME MAISON A NANCY

1891

ANNEXES

AUX

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES DU DEUXIÈME CONGRÈS INTERNATIONAL

DOCUMENTS A CONSULTER

RAPPORT FAIT AU COMITÉ DES STATIONS AGRONOMIQUES ET DES LABORATOIRES AGRICOLES PAR LA SOUS-COMMISSION DES MÉTHODES ANALYTIQUES.

(MM. Schlœsing, *président*; Aimé Girard, Grandeau ; Müntz, *rapporteur*.)

I. — Considérations générales.

En décrivant les méthodes analytiques qui, dans l'état actuel de nos connaissances, nous paraissent les plus propres à conduire à des résultats exacts, nous avons cru devoir tenir compte des conditions dans lesquelles se trouvent placés les laboratoires d'analyse qui ont à effectuer, dans un temps déterminé, un certain nombre d'opérations.

Il ne s'agissait donc pas uniquement de la précision des procédés, mais encore de la facilité et de la rapidité de leur application. C'est à ce double point de vue que la commission s'est placée et, dans le choix qu'elle a fait parmi les méthodes analytiques, elle a tenu grand compte des nécessités de la pratique du laboratoire ; mais elle a tou-

jours subordonné toutes les autres considérations à celle de l'exactitude à obtenir dans le dosage.

Les méthodes qui n'ont pas été jugées suffisamment précises ont été écartées. Mais la commission n'a pas la prétention d'avoir fait une œuvre définitive ; elle croit devoir laisser ouverte l'inscription de procédés nouveaux ou perfectionnés, lorsque ceux-ci auront fait leurs preuves.

Il existe quelquefois pour la détermination d'une même substance des moyens différents qui conduisent au résultat exact. Chaque fois que ce cas s'est présenté, la commission a adopté ces diverses méthodes, laissant à l'opérateur le choix de celle que lui indiqueront ses habitudes, ses ressources, ses préférences personnelles. Mais il ne faut pas oublier que la précision absolue est impossible à atteindre.

L'exactitude des opérations ne dépend pas seulement des méthodes ; elle dépend aussi des opérateurs ; il y a donc deux causes d'erreur qui tendent à éloigner les chiffres obtenus dans l'analyse du chiffre vrai : l'erreur inhérente au procédé, l'erreur personnelle à l'analyste. Les chiffres que donne le dosage ne sont donc pas mathématiquement égaux aux chiffres exprimant la quantité réelle de la substance envisagée et les écarts pourront être d'autant plus grands que la méthode est susceptible de moins de précision et l'opérateur moins habile.

De là résulteront des divergences entre les résultats obtenus par divers chimistes, divergences qui, dans l'esprit de personnes non initiées, pourront ébranler la confiance dans l'utilité et la valeur de l'épreuve analytique et embarrasser les tribunaux chargés de réprimer les fraudes. Les inconvénients de ces divergences sont apparents plutôt que réels et il convient de les discuter.

Dans les transactions commerciales, il suffit d'avoir des chiffres se rapprochant assez de la vérité absolue pour que l'écart soit sans préjudice appréciable pour l'acheteur ou pour le vendeur, et il y a une certaine latitude dans laquelle peuvent se mouvoir les résultats que l'on peut appeler pratiquement exacts. Il faut donc admettre un écart permis, une tolérance, entre le titre indiqué et celui que donne l'analyse.

De là la nécessité de se rendre compte du degré de certitude qu'offre l'analyse chimique des matières fertilisantes.

C'est une tendance des personnes qui ne sont pas initiées aux sciences expérimentales d'attribuer à celles-ci plus de puissance qu'elles n'en ont en réalité. Il est du devoir de ceux qui sont chargés de préciser les conditions de l'intervention de la science dans les applications industrielles et commerciales de prémunir contre une confiance trop absolue dans les résultats du laboratoire.

On s'imagine souvent que le nombre de décimales est l'indice d'une plus grande exactitude ; rien n'est moins vrai et le chimiste qui se rend compte de la valeur des chiffres ne s'attachera jamais à porter ce nombre au delà de ce qui rentre dans les limites des quantités dont il peut répondre. En général, quand les résultats sont rapportés à 100 de matière analysée, le maximum de précision qu'on puisse espérer ne dépasse pas une unité de la première décimale ; il n'y a donc à tenir aucun compte d'une seconde et surtout d'une troisième décimale et, par suite, il est superflu de les employer en exprimant le résultat d'une analyse.

Encore, dans la plupart des cas, n'est-ce pas d'une unité de la première décimale, mais de plusieurs, que les chimistes peuvent s'écarter pour un même produit. On doit donc regarder comme pratiquement concordants les résultats qui ne diffèrent entre eux que d'un petit nombre d'unités de la première décimale, et ce nombre d'unités pourra être d'autant plus grand que la quantité du corps à doser est elle-même plus grande par rapport à la matière analysée.

Pour fixer les idées nous citons quelques résultats :

Analyse d'un phosphate naturel.

	ACIDE PHOSPHORIQUE. P. 100.
Quantité réelle	17.3
Premier résultat	17.6
Autre résultat	17.0

Un marchand qui aura vendu avec garantie de 17.5 p. 100 d'acide phosphorique, alors que l'analyste n'aura trouvé que 17.0, n'est donc pas convaincu de fraude, puisque l'écart entre les deux chiffres

peut provenir du fait de l'analyse aussi bien que d'un manquant réel. Il n'en serait pas de même si l'écart était plus grand.

Analyse d'un phosphate précipité.

	ACIDE PHOSPHORIQUE. — P. 100.
Quantité réelle	37.0
Premier résultat	36.5
Autre résultat	37.5

Là encore nous devons admettre que ces divers chiffres sont suffisamment concordants pour les besoins du commerce et que le vendeur qui aurait garanti 37.0, alors que l'analyste n'a trouvé que 36.5, n'est pas convaincu de fraude.

Analyse d'un nitrate de soude.

	NITRATE PUR. — P. 100.
Quantité réelle	92.3
Premier résultat	91.8
Autre résultat	92.8

Même observation que pour les cas précédents.

Dosage d'azote dans un engrais organique.

	AZOTE — P. 100.
Quantité réelle	3.3
Premier résultat	3.4
Autre résultat	3.2

Ici les quantités étant plus faibles, on ne peut tolérer que de plus faibles écarts.

Ces exemples ne fixent pas les limites, ils ne sont destinés qu'à montrer que les analystes peuvent s'écarter, en plus ou en moins, de la vérité absolue.

Sans multiplier ces exemples, on peut dire que chaque fois que les écarts ne dépassent pas 1 p. 100 de la substance dosée ou deux unités de la première décimale, les résultats doivent être regardés comme concordants.

Dans certains cas, les écarts peuvent être plus grands.

C'est au chimiste à déterminer dans chaque cas particulier où il a à se prononcer sur la fraude dans le commerce des engrais, si l'écart entre le chiffre annoncé et le chiffre trouvé est assez faible pour être imputable aux imperfections de l'analyse ou s'il est de nature à incriminer l'engrais analysé.

Le chimiste doit donc apporter de la prudence et du tact dans l'interprétation de ses résultats. Aussi est-il à désirer que les personnes chargées de se prononcer sur ces questions aient, non seulement la pratique des opérations, mais encore les connaissances scientifiques nécessaires pour attribuer à chaque donnée analytique sa véritable valeur. Le choix de l'expert n'est donc pas indifférent.

Dans le cas de contestations, une plus grande attention s'impose à ce dernier, aussi ne doit-il pas se borner à un seul essai, afin de se mettre à l'abri des causes d'erreur accidentelles.

La commission ne s'est occupée dans ce premier travail que des substances fertilisantes d'après lesquelles on calcule ordinairement la valeur des engrais. Mais il est d'autres substances qui ne sont pas généralement vendues sur titre, dont le rôle est important dans l'amélioration ou l'entretien de la fertilité des terres. Les méthodes analytiques à appliquer à ces substances feront l'objet d'un travail ultérieur. La commission complétera son œuvre par la description des divers procédés à employer pour l'analyse des substances agricoles en général, amendements, terres, produits de récoltes, etc.

II. — Examen préliminaire des engrais.

Lorsqu'un engrais est soumis à l'examen du chimiste, celui-ci est ordinairement informé des corps dont il doit déterminer la quantité. Dans ce cas, il portera uniquement son attention sur ces corps, sans s'attacher aux autres substances existant dans l'engrais, et une analyse qualitative paraîtrait inutile au premier abord. Mais le fait d'avoir négligé cet examen préliminaire peut avoir l'influence la plus préjudiciable sur l'exactitude des résultats, la coexistence de tels et tels corps nécessitant souvent des modifications dans les procédés analytiques. Les engrais constitués par les mélanges sont fréquemment dans ce cas. Pour ne citer qu'un exemple, le dosage de l'azote

organique se fera par des procédés différents suivant qu'on aura constaté ou non la présence simultanée d'un nitrate.

L'examen préliminaire par l'analyse qualitative s'impose donc dans la plupart des cas; il ne peut être négligé que lorsqu'on se trouve en présence d'engrais simples, tels que le phosphate naturel, le chlorure de potassium, le sulfate d'ammoniaque, etc.

Recherche qualitative de la potasse. — 2 à 3 grammes d'engrais sont traités par 4 ou 5 centimètres cubes d'eau; on triture avec une baguette et on jette sur un filtre. C'est dans cette liqueur qu'on peut reconnaître la présence de la potasse par les procédés suivants :

1° A 2 ou 3 gouttes de liquide on ajoute une goutte d'acide chlorhydrique et 8 à 10 gouttes d'alcool, puis une goutte d'acide perchlorique qui formera avec la potasse un perchlorate cristallin presque insoluble;

2° Quelques gouttes de liquide sont additionnées de 2 ou 3 gouttes de solution de bichlorure de platine; on obtiendra un précipité jaune cristallin de chloroplatinate de potasse, qu'une addition de quelques gouttes d'alcool rendra plus abondant.

Ces deux réactions peuvent cependant aussi se produire avec l'ammoniaque; elles ne sont absolument certaines que si les sels ammoniacaux ont été au préalable chassés par une calcination de l'engrais;

3° Le réactif de M. Carnot est préférable et peut s'appliquer même en présence des sels ammoniacaux : à quelques gouttes du liquide obtenu par le lavage de l'engrais on ajoute autant de solution d'hyposulfite de soude à 10 p. 100 et 3 ou 4 gouttes d'une liqueur de bismuth, puis de l'alcool en quantité double du volume obtenu par le mélange de ces liquides. Par l'agitation, on voit se former un précipité cristallin d'un beau jaune-serin, caractéristique de la potasse.

La préparation de la liqueur de bismuth se fait en dissolvant 100 grammes de sous-nitrate de bismuth, à chaud, dans la quantité nécessaire d'acide chlorhydrique et en étendant le volume à un litre avec de l'alcool à 92°.

Recherche qualitative de l'acide phosphorique. — Quelques centigrammes de matière sont introduits dans un tube à essai avec 2 à 3

centimètres cubes d'acide azotique et autant d'eau, on fait bouillir pendant deux ou trois minutes et on laisse déposer. Au moyen d'un tube étiré on prélève une partie du liquide clair, auquel on ajoute 4 à 5 centimètres cubes de nitromolybdate d'ammoniaque. S'il y a de l'acide phosphorique en quantité appréciable, on obtiendra, au bout de peu de temps, un précipité jaune caractéristique de phosphomolybdate d'ammoniaque qu'on peut faire apparaître immédiatement en chauffant vers 60-80°. On a ainsi constaté l'existence de l'acide phosphorique, mais sans savoir sous quel état il se présente.

Pour rechercher si c'est à l'état soluble dans l'eau, on opère exactement comme il vient d'être dit, avec cette différence que l'engrais est traité non par de l'acide azotique, mais par de l'eau seulement. Dans la solution aqueuse, le nitromolybdate d'ammoniaque décèlera la présence de l'acide phosphorique.

Quant à l'acide phosphorique soluble au citrate, le mieux, pour le découvrir, est d'opérer comme si l'on voulait faire un dosage de l'acide phosphorique soluble au citrate.

Le nitromolybdate d'ammoniaque se prépare en dissolvant 100 grammes d'acide molybdique dans 400 grammes d'ammoniaque à 0,95 de densité et en ajoutant la solution obtenue, par petites portions et en agitant constamment, à $1^{kg},5$ d'acide azotique pur à 1,2 de densité.

Recherche qualitative de l'ammoniaque. — 1 à 2 grammes d'engrais sont traités par 4 à 5 centimètres cubes d'eau ; on laisse déposer et on prélève une partie du liquide surnageant, qu'on introduit dans un tube à essai avec un peu de potasse. En chauffant, il se dégage de l'ammoniaque qu'on reconnaît à l'odeur, ou au bleuissement que subit un papier de tournesol rouge, humecté d'eau, qu'on présente à l'orifice du tube, ou encore aux fumées blanches qui se produisent lorsqu'on approche une baguette imprégnée d'acide chlorhydrique.

Recherche qualitative de l'acide nitrique. — Quelques décigrammes d'engrais sont placés dans un tube à essai avec un peu de limaille de cuivre, humectés d'un peu d'eau et additionnés de 3 à 4 centimètres cubes d'acide sulfurique. En chauffant, on voit se produire des vapeurs rutilantes.

On peut encore employer le réactif de Desbassyns de Richemont, qui est d'une très grande sensibilité. Quelques centigrammes de matière sont traités par 5 ou 6 gouttes d'eau ; on laisse déposer après avoir trituré avec un agitateur. D'un autre côté, on met 4 à 5 centimètres cubes du réactif de Desbassyns et, avec un agitateur, on prélève une goutte du liquide à examiner, qu'on laisse tomber à la surface du réactif, qui s'entoure d'un anneau rose s'il y a du nitrate. En agitant, tout le liquide prend une teinte rosée. Il est indispensable de n'ajouter qu'une seule goutte ; si l'on en mettait davantage, la réaction disparaîtrait immédiatement.

Le réactif de Desbassyns se prépare en ajoutant un peu de sulfate de protoxyde de fer, finement pulvérisé, à de l'acide sulfurique pur et incolore, qu'on a fait bouillir au préalable pour le débarrasser de produits nitreux.

Recherche qualitative de l'azote organique. — Lorsqu'il n'y a pas de sels d'ammoniaque en présence, il est facile de reconnaître l'azote organique en chauffant au rouge sombre dans un tube bouché par un bout, un mélange de quelques décigrammes de matière et de quelques grammes de chaux sodée. Les vapeurs ammoniacales qui se dégagent se reconnaissent facilement ; mais s'il y avait en même temps dans le produit examiné des sels ammoniacaux, il faudrait au préalable éliminer ceux-ci par l'eau et traiter ensuite par la chaux sodée le résidu lavé et desséché.

Recherche qualitative de la magnésie. — Lorsqu'on doit effectuer le dosage de l'acide phosphorique dans un superphosphate, il faut s'assurer de la présence de la magnésie, qui obligerait à modifier la marche ordinaire de l'analyse. On procède de la manière suivante : 1 gramme environ d'engrais est traité à chaud par 5 à 6 centimètres cubes d'acide azotique et autant d'eau. On filtre sans laver, et dans le liquide passé, qu'on amène au volume de 60 à 80 centimètres cubes, on ajoute de l'acide citrique et de l'ammoniaque, comme s'il s'agissait d'un dosage d'acide phosphorique (voir plus loin), puis quelques centimètres cubes de solution au 1/10 de phosphate de soude. S'il y a de la magnésie, on obtiendra, au bout de quelques heures, un précipité cristallin de phosphate ammoniaco-magnésien.

III. — Échantillonnage des engrais.

Prise d'échantillon. — Les engrais peuvent se présenter sous des formes variables ; tantôt ils sont pulvérulents, tantôt en masses agglomérées ou pâteuses, tantôt en morceaux durs ou débris plus ou moins gros, tantôt à l'état de pâte plus ou moins liquide, plus ou moins homogène, tantôt enfin à l'état d'un liquide fluide.

Lorsque les engrais sont pulvérulents, et c'est le cas le plus général, leur prise d'échantillon n'offre pas de difficulté. Quand ils sont en sacs, à l'aide d'une sonde suffisamment longue, on prendra l'échantillon dans le sac lui-même, en procédant de la manière suivante :

On ouvre un des angles du sac et on y plonge la sonde en la dirigeant en diagonale vers l'angle opposé ; on répète la même opération successivement sur chacun des quatre angles du sac ; mais lorsque le lot est considérable, il faut répéter la même opération sur un certain nombre de sacs pris au hasard. On réunit tous les produits de ces prélèvements, on les place sur une toile ou sur un papier et on les remue, à la main ou avec une spatule, assez longtemps pour que l'homogénéité puisse être regardée comme parfaite ; une partie de ce mélange, représentant 300 à 400 grammes, est placée dans un flacon de verre qu'on bouche avec un bon bouchon de liège.

Lorsque les engrais pulvérulents sont en tonneaux, on perce les deux fonds du tonneau de deux trous, au moyen d'une vrille ; ce trou doit être assez grand pour qu'on puisse y introduire la sonde, ce qu'on fait en s'éloignant autant que possible de l'axe du tonneau. Le mélange se fait d'ailleurs comme précédemment.

Lorsque l'engrais est en tas, on peut également se servir de la sonde pour y prélever l'échantillon moyen ; mais il faut avoir soin de faire pénétrer cet instrument jusque dans les parties centrales du tas, de même que jusque dans les parties inférieures. Si le tas est trop volumineux pour qu'on puisse arriver à ce résultat, le meilleur moyen consiste à faire une tranchée vers le centre du tas et à prélever ensuite dans un grand nombre de points placés dans les diverses

parties du tas, en y comprenant ceux que la tranchée a rendus libres, les échantillons au moyen de la sonde.

Lorsque l'engrais est en masse pâteuse ou compacte, et qu'il se trouve en sacs ou en tonneaux, il est indispensable de vider plusieurs sacs pris au hasard, sur un plancher ou sur des dalles préalablement balayées ; on mélange alors à la pelle le tas obtenu et on prélève, en différents points de ce tas, des pelletées de l'engrais. Ce nouvel échantillon formé est divisé et mélangé, pulvérisé ou concassé, autant que possible, à l'aide d'une batte ou d'un marteau ; on mélange finalement à la main cette matière plus ou moins pulvérulente et on l'introduit dans un flacon ou dans une boîte métallique.

Quand l'échantillon est primitivement en tas, on procède de la même manière, en pratiquant une tranchée comme il a été expliqué plus haut.

On ne doit dans aucun cas, dans l'une ou l'autre de ces opérations, éliminer les pierres ou les parties étrangères de l'engrais ; elles doivent entrer dans l'échantillon prélevé, dans une proportion autant que possible égale à celle dans laquelle elles existent dans l'engrais.

Des matières peu homogènes, rognures, chiffons, etc., sont disposées en tas et bien mélangées à la pelle ; sur ce mélange, on prélève à la main, dans un très grand nombre d'endroits, une poignée de matière, on réunit le produit de tous ces prélèvements, qu'on mélange à nouveau avec la main et sur lequel on prend finalement l'échantillon destiné à l'analyse.

Moins la matière est homogène, plus grand devra être l'échantillon destiné à l'analyse ; dans quelques cas, il faut prélever jusqu'à 3 et 4 kilogrammes de matière. Cet échantillon est introduit dans une boîte métallique ou dans une caisse en bois bien hermétique.

Les engrais qui sont en pâtes plus ou moins liquides (par exemple les vidanges), peuvent présenter deux cas : ou bien ils sont homogènes, et alors il suffit de les mélanger à la pelle et d'en remplir un flacon ; ou bien ils se séparent en deux parties, l'une plus fluide, l'autre plus consistante ; dans ce cas, il est indispensable de prélever de l'une et de l'autre dans une proportion égale à la proportion dans laquelle elles existent dans le lot à examiner.

Les parties liquides sont remuées et aussitôt, sans laisser le temps de déposer, on en prélève une quantité proportionnelle.

Les parties solides sont divisées à la bêche, on y prélève un échantillon proportionnel et on réunit les deux lots dans un grand flacon à large goulot hermétiquement bouché.

Préparation de l'échantillon au laboratoire. — La prise d'échantillon est une opération qui a autant d'importance que l'analyse elle-même, il convient d'y apporter les soins les plus minutieux, aussi bien dans l'échantillonnage sur place que dans la préparation de l'échantillon au laboratoire.

Cette dernière opération doit consister à donner une homogénéité parfaite au produit soumis à l'examen et, dans aucun cas, même alors que celui-ci paraît homogène, on ne doit se dispenser d'en opérer le mélange préalable. La manière de procéder variera avec la nature de l'engrais. Si celui-ci n'est pas pulvérulent, il faut le pulvériser dans la limite du possible, et opérer ensuite le mélange au mortier. Dans certains cas, comme celui des superphosphates, on a adopté l'usage de passer la matière à travers un tamis de 1 millimètre, en ayant soin de faire entrer dans l'échantillon les parties grossières après pulvérisation, et qui seraient restées sur le tamis.

Lorsque les matières sont trop pâteuses pour être divisées au mortier, on peut les diviser au moyen d'un couteau ou d'une spatule et ensuite opérer le mélange par une sorte de malaxage. On peut encore y incorporer un poids connu de matière pulvérulente inerte, comme, par exemple, du sable de Fontainebleau ; mais dans ce cas, il faut procéder à un mélange très prolongé. On tiendra compte, dans le calcul, des quantités de matière inerte introduites.

Le plus souvent, l'état pâteux n'est dû qu'à l'humidité de la matière.

Dans ce cas, on en prend un échantillon volumineux qu'on pèse et qu'on dessèche ; on rentre alors dans le cas des engrais pulvérulents, mais il faut tenir compte dans le calcul de l'humidité enlevée. Avant cette opération, il convient de s'assurer que le produit n'est pas modifié par la dessiccation, comme le seraient, par exemple, des superphosphates. Pour ces derniers, qui sont souvent à l'état plus ou moins aggloméré, il est d'usage d'introduire dans leur masse,

pour les diviser, une certaine quantité de sulfate de chaux : on obtient alors une substance de nature pulvérulente.

Pour les rognures, débris, chiffons, etc., en un mot pour les engrais très peu homogènes, il faut les diviser, autant que possible, à l'aide de ciseaux; s'ils ne sont pas trop durs, on peut encore les passer au moulin, on mélange alors à la main, mais on n'arrive jamais à l'homogénéité complète. Pour obvier à cet inconvénient, on prélève pour l'analyse une quantité plus considérable de matière, qu'on prépare suivant les cas, de manière à opérer l'analyse définitive sur une partie proportionnelle du produit rendu homogène par la préparation qu'on lui a fait subir.

Pour les engrais en pâte plus ou moins liquide, on les dessèche au préalable à 100 degrés, en y introduisant un peu d'acide oxalique dans le cas où ils contiendraient des combinaisons ammoniacales volatiles. Le produit de la dessiccation est passé au moulin.

Cependant avant de procéder à une dessiccation, on doit s'assurer qu'aucune modification ne peut être apportée dans la composition de l'engrais. Ainsi dans le cas d'un mélange contenant du superphosphate et du nitrate, la dessiccation pourrait éliminer de l'acide nitrique, si l'on n'avait pas soin de neutraliser au préalable le phosphate acide par une base, telle que la chaux.

Pour un engrais contenant à la fois des nitrates et des combinaisons ammoniacales volatiles, l'addition d'acide oxalique, pourrait également éliminer de l'acide nitrique pendant la dessiccation. Il faut dans ce cas dessécher deux lots, l'un avec de l'acide oxalique, pour le dosage de l'ammoniaque, l'autre sans acide oxalique pour le dosage du nitrate.

Le dosage de l'humidité initiale, même dans les engrais pulvérulents, est utile à pratiquer chaque fois qu'on a à faire subir un maniement prolongé à l'air, car ce maniement pourrait entraîner une dessiccation partielle et la composition de l'engrais se trouverait modifiée. La détermination préalable de l'humidité met à l'abri de cette cause d'erreur.

L'analyse qualitative doit donc précéder toutes les autres opérations, puisque c'est elle qui nous fixera sur les procédés à employer tant pour la préparation de l'échantillon que pour le dosage.

Le chimiste devra apporter le plus grand soin à ces opérations prélimaires et discuter dans chaque cas la marche à suivre.

IV. — Dosage de la potasse.

1° Dosage de la potasse dans un chlorure de potassium par l'acide perchlorique. (Méthode de M. Schlœsing.)

Le chlorure de potassium est l'engrais potassique le plus communément employé; la potasse est le seul élément qu'il soit utile d'y doser.

On dissout dans de l'eau 50 grammes du chlorure à essayer, on étend la solution à un litre et on la rend homogène; à l'aide d'une pipette graduée, on prélève 20 centimètres cubes de cette solution, qui correspondent à un gramme de matière. On ajoute goutte à goutte une solution saturée de nitrate de baryte, et on s'arrête exactement au moment où une goutte de réactif ne produit plus de trouble dans la liqueur; pour bien saisir le moment où il faut s'arrêter, on verse la goutte le long de la paroi du vase en regardant si, à l'endroit du contact des deux liquides, il ne se forme plus de nuage. Si l'on attend quelques instants avant chaque addition de nitrate de baryte, il est facile de saisir le point précis auquel il faut s'arrêter. On précipite ainsi les traces d'acide sulfurique qui se trouvent toujours dans ces chlorures.

On verse alors sans filtrer, dans une capsule à fond plat de 7 centimètres de diamètre, en lavant le vase à deux reprises avec quelques gouttes d'eau, puis on évapore, au bain de sable, jusqu'à ce que le liquide soit concentré à 5 centimètres cubes environ.

On ajoute 5 centimètres cubes d'acide nitrique à deux ou trois reprises, en évaporant chaque fois à un petit volume, sans chauffer beaucoup, pour ne pas faire de vapeurs chloronitriques. On élimine ainsi le chlore qui pourrait donner naissance à des projections pendant la transformation en perchlorate. Pour être assuré de l'élimination complète du chlore, on condense les vapeurs de la capsule sur une lame de verre et on y ajoute une goutte d'azotate d'argent. Si aucun précipité ne se produit, tout le chlore est enlevé.

Après la concentration, on ajoute dans la capsule une solution d'acide perchlorique. L'acide perchlorique que l'on emploie doit avoir une densité de 1.7; il contient alors environ 90 p. 100 d'acide perchlorique réel. On étend l'acide d'eau, de telle manière que 10 centimètres cubes de la solution contiennent $1^{gr},6$ d'acide réel. En employant dans chaque dosage 10 centimètres cubes de cette solution, on est sûr d'avoir toujours une quantité suffisante d'acide perchlorique, celle-ci étant calculée de manière à pouvoir saturer un gramme de chlorure de sodium.

On évapore à sec au bain de sable, en s'arrêtant lorsque les fumées blanches de l'acide perchlorique, mis en excès, ont cessé de se produire ; puis on arrose la matière avec cinq ou six gouttes d'eau pour empêcher la formation de sulfate de potasse qui eût pu se produire par une double décomposition entre le perchlorate de potasse et le sulfate de baryte, on chasse cette eau par évaporation et on ajoute, dans la capsule refroidie, 10 centimètres cubes d'alcool à 95 degrés qu'il est bon de saturer au préalable de perchlorate de potasse pur.

Au moyen d'une petite baguette de verre, aplatie à un bout, on écrase toute la masse cristalline de manière à ce que l'alcool l'imprègne complètement ; on laisse reposer et on verse l'alcool de lavage sur un très petit filtre plat, destiné à recueillir les particules solides qui pourraient se trouver entraînées. Il est nécessaire, pour obtenir une filtration, de se servir de papier Berzélius. On remet 5 centimètres cubes d'alcool dans la capsule et on procède de la même manière que précédemment, à trois ou quatre reprises différentes; puis comme il pourrait rester encore, dans l'intérieur des cristaux, des sels solubles dans l'alcool et qu'il convient d'enlever, on ajoute sur le résidu salin 5 centimètres cubes d'eau, on chauffe au bain de sable, jusqu'à ce que cette eau soit de nouveau évaporée, et on reprend une dernière fois par quelques centimètres cubes d'alcool ; les perchlorates de baryte, de soude, de chaux, etc., ont été enlevés par l'alcool dans lequel ils sont très solubles, il ne reste dans la capsule et sur le filtre qu'un mélange de perchlorate de potasse et d'une petite quantité de sulfate de baryte insoluble ; 25 à 30 centimètres cubes d'alcool sont en général suffisants pour opérer le la-

vage ; mais si l'on a eu la précaution de saturer l'alcool de lavage, au préalable, de perchlorate de potasse, il n'y a aucun inconvénient à pousser le lavage plus loin, jusqu'à 40 à 50 centimètres cubes.

Le perchlorate de potasse est soluble dans l'eau bouillante ; on met dans la capsule 20 centimètres cubes d'eau, on chauffe presque à l'ébullition au bain de sable, pendant 5 minutes, en évitant toute projection et on jette le liquide chaud sur le petit filtre qui a servi aux lavages à l'alcool ; les liqueurs sont reçues dans une petite capsule de porcelaine à fond plat, qu'on a tarée préalablement. On remet 5 centimètres cubes d'eau dans la première capsule ; on fait bouillir et on rajoute sur le filtre, on répète à quatre ou cinq reprises les lavages à l'eau bouillante, chaque fois avec 5 centimètres cubes d'eau. Cette filtration a pour but d'éliminer les matières insolubles, silice, sulfate de baryte, etc., qui souillaient le perchlorate.

On a évaporé à mesure le liquide filtré recueilli dans la capsule tarée, afin qu'elle pût contenir toutes les eaux de lavage.

Le perchlorate de potasse a une tendance à grimper le long des parois pendant l'évaporation et il passe souvent ainsi sur les bords extérieurs de la capsule. On peut remédier à cet inconvénient en ajoutant dans la capsule, avant l'évaporation, deux ou trois gouttes d'acide perchlorique qui empêche le perchlorate de déborder.

Quand l'évaporation est complète et que toute fumée blanche a disparu, on chauffe à 150 degrés environ, pendant dix minutes ; l'augmentation de poids de la capsule correspond au perchlorate de potasse, dont le poids multiplié par 0,339 donne le poids de la potasse contenue dans un gramme de sel essayé.

Quand les quantités d'acide sulfurique sont notables, il faut procéder d'une autre façon et séparer cet acide au préalable.

2° Dosage de la potasse dans un sulfate de potasse par l'acide perchlorique. (Méthode de Schlœsing.)

25 grammes de sulfate de potasse sont versés dans un verre de 500 centimètres cubes de capacité, on y ajoute environ 100 centimètres cubes d'eau bouillante en agitant de manière à opérer la dissolution, on laisse en contact pendant quelques minutes et on décante

dans un ballon jaugé de 500 centimètres cubes ; on lave le verre à plusieurs reprises, avec de petites quantités d'eau bouillante, de manière à dissoudre tout le sel et on s'arrête au moment où l'on a presque atteint dans le ballon le volume de 500 centimètres cubes. On laisse alors refroidir, on complète le volume à 500 centimètres cubes et on agite de manière à avoir un liquide homogène.

20 centimètres cubes de cette solution, correspondant à un gramme de sel à essayer, sont versés dans un ballon d'environ 200 centimètres cubes avec 50 centimètres cubes d'eau ; on porte à l'ébullition et on ajoute, par petites portions, une solution de nitrate de baryte, aussi longtemps qu'une nouvelle addition fait naître un précipité. Lorsque la précipitation est complète, on ajoute un petit excès de carbonate d'ammoniaque en poudre, destiné à précipiter la baryte mise en excès et on porte à l'ébullition pendant quelques minutes ; on filtre après avoir laissé déposer. La liqueur est évaporée au bain de sable à un petit volume, puis additionnée de 10 centimètres cubes d'eau régale faible, contenant un 1/5 d'acide chlorhydrique seulement ; on évapore de nouveau presque à sec, en plaçant un entonnoir renversé sur la capsule, et on ajoute encore une fois ou, mieux, deux fois de la même eau régale, en chassant toujours celle-ci par l'évaporation ; les sels ammoniacaux sont ainsi éliminés ; leur azote s'en va à l'état libre ; finalement on traite une fois par l'acide azotique pour avoir le sel à l'état de nitrate, on évapore à sec, on additionne de 10 centimètres cubes d'acide perchlorique, dilué suivant la formule précédemment donnée.

On évapore à sec ; après élimination complète des valeurs d'acide perchlorique en excès, on laisse refroidir et on lave, comme il est dit à propos du chlorure de potassium, par de l'alcool fort saturé de perchlorate de potasse ; mais ici il n'y a comme résidu insoluble que le perchlorate, on se contente de dissoudre par un fin jet d'eau bouillante le sel qui a été entraîné sur le filtre, et on reçoit ce liquide dans la capsule, dans laquelle est restée la plus grande partie du perchlorate ; on évapore à sec et on pèse.

Lorsqu'on a versé le nitrate de baryte avec précaution et que, par suite, on n'en a mis qu'un très léger excès, on peut se dispenser de l'emploi du carbonate d'ammoniaque et on abrège ainsi notablement

l'opération. Mais, dans le cas du sulfate de potasse, il est difficile de s'arrêter juste au moment de la saturation de l'acide sulfurique.

3° Dosage de la potasse dans un engrais complexe par l'acide perchlorique.

On suppose que cet engrais contient de la matière organique, des sels ammoniacaux, du superphosphate de chaux et un sel de potasse, chlorure ou sulfate ; ce cas se présente fréquemment dans la pratique. Le procédé à appliquer est le même pour les engrais complexes, les guanos et les poudrettes.

On prend 5 grammes de matière, on les mêle intimement dans un mortier avec un gramme de chaux hydratée, on verse dans une capsule en porcelaine, on humecte la masse avec quelques gouttes d'eau, on dessèche et on calcine à très basse température, sans dépasser le rouge sombre. Dans cette opération, les superphosphates reviennent à l'état insoluble, la matière organique est carbonisée et les sels ammoniacaux sont éliminés ; on reprend par de très petites quantités d'eau bouillante, on filtre, on lave à l'eau bouillante en s'arrangeant de manière à n'avoir pas plus de 80 centimètres cubes de liqueur environ ; toute la potasse se trouve dissoute.

Dans cette liqueur on ajoute, par petites portions, aussi longtemps qu'il se forme un nouveau précipité, de l'eau de baryte, dont on évite de mettre un excès considérable ; on sépare l'excès de baryte introduit au moyen d'une solution concentrée de carbonate d'ammoniaque, en évitant également de mettre un grand excès de cette dernière solution ; on porte à l'ébullition, on filtre et on lave ; on évapore à un petit volume, puis on traite à plusieurs reprises par de l'acide nitrique additionné d'un cinquième d'acide chlorhydrique, en évaporant chaque fois, et on termine l'opération comme dans le cas d'un sulfate. L'addition d'acide chlorhydrique a pour but de produire de l'eau régale qui détruit les sels ammoniacaux. Le résultat obtenu correspond à 5 grammes de matière employée. Quand l'engrais est très riche en potasse, par exemple quand il en contient plus de 10 p. 100, il ne faut opérer que sur deux grammes de matière.

4° Dosage de la potasse dans les salins et dans les potasses raffinées, par la méthode au platine et au formiate de soude de MM. Corenwinder et Contamine.

Dans ces dernières années, on a préconisé l'emploi d'une méthode qui est rapide et exacte, quand on la pratique avec tout le soin voulu. On peut la regarder comme aussi précise que le procédé au perchlorate. Elle s'applique en général aux sels de potasse. Mais il est utile de s'assurer au préalable que ceux-ci ne contiennent pas d'ammoniaque ; si la présence de cette base était constatée, il faudrait chauffer au rouge le sel à essayer avant de procéder au dosage ; les sels ammoniacaux sont ainsi éliminés, mais il faut éviter de pousser la température trop haut ou de la prolonger, de crainte de volatiliser les sels de potasse.

On prend 25 grammes de sel à analyser, on calcine comme on vient de le dire, mais seulement dans le cas très rare où il y a des sels ammoniacaux ou de la matière organique, on dissout à l'ébullition dans 600 ou 800 centimètres cubes d'eau, on laisse refroidir et on amène le volume total à un litre ; après avoir rendu le liquide homogène, on en filtre une partie ; on prélève 20 centimètres cubes, correspondant à 5 décigrammes de matière, on acidule la liqueur par de l'acide chlorhydrique, on évapore à sec et on pèse le résidu salin afin de savoir quelle quantité de bichlorure de platine il faut y ajouter pour que ce dernier soit en excès. On calcule la quantité de bichlorure, de manière à ce qu'elle soit suffisante pour saturer la quantité du sel pesé, que l'on considère comme étant du chlorure de sodium ; l'équivalent de la soude étant moins élevé que celui de la potasse, on est sûr, de cette manière, d'avoir un excès de chlorure de platine. La solution de chlorure de platine devra contenir, dans 100 centimètres cubes, 17 grammes de platine ; chaque centimètre cube de cette solution sera suffisant par décigramme du poids du résidu salin obtenu. On évapore le mélange dans une capsule à fond plat au bain-marie ; la capsule est placée sur un rond métallique qui est lui-même séparé des bords du bain-marie par un gros rond de carton, destiné à empêcher le bichlorure de platine d'être chauffé

au delà de 100 degrés, température au-dessus de laquelle il pourrait se former un peu de sous-chlorure de platine, insoluble dans l'alcool.

On pousse l'évaporation jusqu'au moment où le produit a une consistance pâteuse et se prend en masse par le refroidissement ; il faut éviter une dessiccation complète. Après refroidissement, on laisse digérer pendant plusieurs heures avec 15 centimètres cubes d'alcool à 95 degrés, en ayant soin de placer la capsule sous une petite cloche. On agite de temps en temps avec une baguette le contenu de la capsule, on décante le liquide surnageant sur un petit filtre, on lave avec l'alcool jusqu'au moment où le liquide qui passe est tout à fait incolore.

On avait recommandé d'employer un mélange d'alcool et d'éther ; mais le traitement par ce mélange ne se fait pas sans difficulté ; il est rare que le liquide ne grimpe pas le long des parois de la capsule et ne déborde sur la paroi extérieure. Cet inconvénient est difficile à éviter avec l'emploi du mélange d'alcool et d'éther, mais ce lavage peut aussi s'opérer avec de l'alcool seul à 95 degrés, qui ne dissout pas de chloroplatinate de potasse. Dans ce cas, le liquide grimpe moins.

On a ainsi obtenu, comme résidu insoluble, un mélange de chloroplatinate de potasse avec des quantités variables de phosphate de soude, de silice, d'oxyde de fer, etc. On dissout par l'eau bouillante la matière restée dans la capsule et on la verse sur le filtre, on continue le lavage de la capsule et du filtre par l'eau bouillante, jusqu'au moment où tout le chloroplatinate est dissous, ce qu'on constate facilement par la décoloration du filtre. La solution du chloroplatinate est reçue dans une capsule bien vernissée et dans le vernis de laquelle il ne se trouve pas de stries. On chauffe au bain de sable jusqu'à l'ébullition et on verse, par très petites portions, du formiate de soude dissous dans l'eau, tout en retirant la capsule du feu, pour éviter les projections. La réaction est assez vive, le platine est réduit à l'état métallique. On ajoute du formiate de soude jusqu'à ce que le liquide soit complètement décoloré. On peut avantageusement remplacer la capsule par un vase en verre trempé ou un verre de Bohême, à bec, qu'on recouvre d'un verre de montre pendant la

réaction. Non seulement on évite ainsi des pertes par projection, mais on est aussi à l'abri des inconvénients que présentent dans les capsules les stries sur lesquelles le platine adhère fortement.

Le platine s'est précipité sous forme de poudre noire ; pour le concréter, on évapore le liquide à peu près à moitié, on verse sur un petit filtre, en y faisant tomber le platine avec de l'eau froide légèrement accidulée et, lorsque tout le platine est réuni sur le filtre, on achève le lavage à l'eau bouillante. Il arrive souvent que le platine passe à travers le filtre, ce qu'on remarque facilement à la teinte d'un gris métallique que prend le liquide filtré ; il faut alors laisser déposer ce liquide du jour au lendemain, décanter la partie surnageante et ajouter sur le filtre le dépôt noir qui s'est formé, en employant encore de l'eau froide pour le lavage ; mais cet inconvénient ne se produit que lorsque le liquide n'a pas été suffisamment évaporé pour concréter le platine ; il faut donc donner une grande attention à cette évaporation.

Le filtre est séché et calciné, on obtient ainsi le poids du platine correspondant à celui de la potasse (100 de platine équivalant à 47.57 de potasse). Le procédé s'applique non seulement au chlorure de potassium, mais aussi aux salins, aux potasses raffinées et même au sulfate de potasse, sans séparation préalable de l'acide sulfurique.

5° Dosage de la potasse à l'état de chlorure double de platine et de potassium. Séparation de la potasse et de la soude.

Ce procédé de dosage classique fournit de bons résultats ; il est fondé sur la propriété que possède le bichlorure de platine de donner, avec les chlorures de potassium et de sodium, des chlorures doubles de potassium et de sodium, qu'il est facile de séparer, le chloroplatinate de potasse étant insoluble dans l'alcool, tandis que le chloroplatinate de soude y est soluble.

La première opération consiste à ramener la potasse et la soude à l'état de chlorures.

Soit le cas d'un engrais complexe, il faut commencer par détruire la matière organique et les sels ammoniacaux par une calcination ou un grillage ; mais en ayant soin de ne pas pousser la température

trop loin, de peur de volatiliser de la potasse. Le produit de la calcination qui, suivant la richesse présumée de l'engrais, provient de 1 à 5 grammes de matière primitive, est traité par de l'eau chaude ; on ajoute à la solution, qu'il est inutile de filtrer au préalable, un léger excès d'eau de baryte, puis on filtre. Dans la solution filtrée, on ajoute du carbonate d'ammoniaque en excès ; on fait bouillir, on filtre de nouveau et on évapore à sec la solution claire dans une capsule de platine ; on ajoute à la matière 4 ou 5 grammes d'acide oxalique en poudre de manière à recouvrir la matière, on humecte avec quelques gouttes d'eau pour encroûter l'acide oxalique au-dessus de la matière, on recouvre d'un entonnoir qui pénètre de quelques millimètres dans la capsule, on chauffe modérément au bain de sable, en ajoutant de temps en temps quelques gouttes d'eau ; puis on chauffe plus fort au bain de sable, jusqu'à ce que tout dégagement de gaz et de vapeur ait cessé. Il se forme dans l'intérieur de la capsule des gaz réducteurs, notamment de l'oxyde de carbone, qui réagissent sur les azotates et achèvent de les transformer en carbonates. On n'a pas à craindre de pertes pendant cette opération, parce que l'acide oxalique, en se décomposant, tout en bouillant vivement, ne projette pas de matière. Il ne faut pas craindre à la fin de l'opération de porter la capsule jusqu'au rouge, qu'on maintient pendant quelques instants. On reprend par petites quantités d'eau chaude, on filtre si c'est nécessaire ; la magnésie, le carbonate de chaux, etc., restent sur le filtre ; dans la solution filtrée, dans laquelle les alcalis se trouvent à l'état de carbonates, on met de l'acide chlorhydrique, on évapore à sec et on pèse le mélange des chlorures, auquel on ajoute une quantité connue de chlorure de platine, comme il est expliqué précédemment ; on évapore à sec au bain-marie, mais sans prolonger la dessiccation au delà de ce qui est indispensable.

Le résidu est repris par de l'alcool à 95°, qu'on laisse pendant quelque temps séjourner sur la matière, après avoir bien agité afin d'obtenir la précipitation complète du chloroplatinate. Cette digestion doit se faire sous une petite cloche à bords rodés et suiffés, reposant sur une plaque de verre dépolie. On empêche ainsi l'alcool de s'évaporer et de former sur les parois de la capsule des dépôts qui finissent par atteindre et dépasser le bord supérieur du vase.

On lave au moyen de cet alcool, en décantant les liqueurs sur un petit filtre placé lui-même dans un autre filtre d'un poids identique, qui lui sert de tare sur les deux plateaux d'une balance ; le lavage est prolongé jusqu'à ce que les liqueurs passent tout à fait incolores. On s'arrange, pendant le lavage, de manière à faire tomber sur le filtre toute la matière, en détachant avec une barbe de plume celle qui resterait dans la capsule ; on dessèche à une température ne dépassant pas 95° et on pèse le chloroplatinate recueilli sur le filtre intérieur. On peut encore laisser la matière dans la capsule dans laquelle on fait tomber, au moyen d'un fin jet d'alcool, le chloroplatinate qui était entraîné sur le filtre. On pèse dans la capsule même, après dessiccation à 95°. La pesée doit se faire rapidement à cause de l'hygroscopicité de la matière.

Lorsqu'on a recueilli le précipité sur le filtre, il est prudent d'introduire celui-ci, au sortir de l'étuve, dans un étui en verre léger, bouché à l'émeri, en prenant la précaution de tarer cet étui avec un autre semblable, dans lequel on mettra le filtre vide. Le poids obtenu multiplié par 0,193 donne la quantité de potasse correspondante.

6° Détermination de la soude.

On peut doser la soude par différence. Étant donné qu'on connaît le poids du mélange de chlorure de potassium et de chlorure de sodium et qu'on a dosé comme on vient de le dire la potasse, on n'a qu'à retrancher, du poids total, le poids du chlorure de potassium correspondant à la potasse obtenue ; on aura ainsi le poids du chlorure de sodium.

Mais il vaut mieux opérer un dosage direct ; la soude se trouve tout entière dans la dissolution alcoolique, dont on a séparé par filtration le chloroplatinate de potasse. Cette liqueur est évaporée à sec, au bain de sable, dans un verre de Bohême d'environ 100 centimètres cubes de capacité. Le résidu est formé de chloroplatinate de soude et d'un peu de bichlorure de platine. On adapte au verre de Bohême un bouchon de liège avec deux tubes. On maintient l'appareil sur un bain de sable à une douce chaleur, on fait arriver par l'un des tubes,

qui plonge jusqu'au fond du verre de Bohême, un courant d'hydrogène, l'autre tube sert au dégagement des gaz. L'hydrogène réduit complètement les sels de platine. Pour faciliter l'attaque du résidu solide dans toute son épaisseur, on ajoute quelques gouttes d'eau ; quand toute la surface a noirci, on agite, on évapore à sec et on fait de nouveau passer de l'hydrogène. On répète trois ou quatre fois cette opération, en s'arrêtant au moment où l'eau ajoutée ne se colore plus en jaune ; on n'a plus alors qu'un mélange de platine réduit et de chlorure de sodium. Aucune trace de ce dernier n'a été perdue, car la température n'a pas dépassé 100°. On dissout le chlorure de sodium par des lavages à l'eau. Ce liquide, qui doit être absolument incolore, est évaporé à sec dans une capsule de platine et pesé : on obtient ainsi le poids du chlorure de sodium. Comme vérification, la somme du poids du chlorure de potassium, calculée d'après le chloroplatinate et le poids du chlorure de sodium trouvé, doit être égale au poids initial du mélange des deux chlorures.

V. — Dosage de l'azote sous ses divers états.

1° Dosage de l'azote organique par la chaux sodée dans un engrais riche ne contenant pas de nitrate (Ex. : sang desséché).

L'azote qui se trouve à l'état organique dans les engrais se transforme en ammoniaque lorsqu'on chauffe la matière avec de la chaux sodée. Cette réaction est la base du procédé d'analyse dont il est ici question. La présence des nitrates ne permet pas l'emploi de cette méthode.

Dans un tube de verre vert bien nettoyé et fermé par un bout, long de 35 à 40 centimètres, on met d'abord, sur une longueur de 2 centimètres, de l'oxalate de chaux, puis sur 5 centimètres de longueur, de la chaux sodée en petits fragments et on y introduit un mélange, fait dans un mortier, de 50 centigrammes de la matière à analyser, avec de la chaux sodée réduite en poudre grossière ; ce mélange ne doit pas occuper une longueur de plus de 12 à 15 centimètres dans le tube. Au moyen de petites quantités de chaux sodée,

on lave le mortier et la main de cuivre qui a servi à l'introduction de la matière, puis on achève de remplir le tube, jusqu'à 4 centimètres de l'extrémité, par de la chaux sodée en petits fragments. On bouche au moyen d'un tampon d'amiante assez serré pour empêcher tout entraînement de la chaux sodée par le dégagement gazeux ; on essuie soigneusement avec un papier le bord intérieur de tube et on bouche avec un bouchon de liège, puis on enroule autour du tube une bande de clinquant, en laissant libres les deux extrémités du tube sur une longueur de 4 centimètres ; on fixe le clinquant au moyen de fils de cuivre tordus, et on remplace le bouchon de liège par un bouchon de caoutchouc, portant un tube à gaz recourbé à angle droit et très étiré à sa partie la plus longue ; on place le tube sur une grille à gaz ou à charbon, puis on engage l'extrémité étirée du tube abducteur dans un tube à essai de grande dimension, dans lequel on met 10 centimètres cubes de liqueur acide normale et 10 centimètres cubes d'eau, en même temps qu'on colore par une quantité constante de teinture de tournesol ; la partie effilée doit plonger jusqu'au fond du tube à essai. A ce tube on peut substituer une fiole, ce qui évite le transvasement avant le titrage. On peut encore employer un tube à boule de Will et Warrentrapp, mais l'usage de ce tube ne nous paraît pas commode.

On commence à chauffer l'extrémité ouverte du tube ; lorsque cette partie est rouge, on avance progressivement vers la partie où se trouve la matière, en allumant les becs ou approchant les charbons, de manière à obtenir un dégagement de bulles qui soit régulier et pas trop précipité. On continue ainsi jusqu'à ce que toute la matière soit décomposée, en chauffant de manière à ce que le tube arrive à la température du rouge sombre, qu'il faut maintenir jusqu'à la fin de l'opération, mais sans la dépasser. Finalement lorsque le dégagement de gaz a presque cessé, on élève la température du tube au rouge vif et on commence à chauffer peu à peu la partie dans laquelle se trouve l'oxalate de chaux, destiné à fournir de l'hydrogène, qui chasse les dernières traces d'ammoniaque. Lorsque tout dégagement de gaz a cessé, on dirige, au moyen d'une pissette, un jet d'eau froide sur la partie antérieure du tube, en tenant à la main le tube abducteur et le tube à essai. Le tube en verre vert se

brise ; on détache le bouchon, on lave le tube abducteur à l'intérieur et à l'extérieur, en recevant les eaux de lavage dans le tube à essai ; tout le liquide est ensuite transvasé dans un verre à dosage, on lave et on procède au titrage au moyen de la liqueur de potasse, comme s'il s'agissait de doser l'ammoniaque. On prend de même le titre de 10 centimètres cubes d'acide normal et on fait le calcul comme il est expliqué au sujet du dosage de l'ammoniaque. 17 d'ammoniaque correspondent à 14 d'azote.

Il arrive que, lorsque l'engrais contient des sels ammoniacaux, une partie de l'ammoniaque se dégage pendant qu'on fait le mélange dans le mortier. Dans ce cas, il faut procéder très rapidement et avoir d'avance la chaux sodée toute pulvérisée. Pour plus de sûreté, on peut triturer la matière avec quelques cristaux d'acide oxalique, avant de la mêler à la chaux sodée.

Il serait préférable de doser d'abord l'ammoniaque toute formée, en la déplaçant par la magnésie, et d'opérer ensuite sur le résidu pour le dosage de l'azote organique par la chaux sodée ; mais on allongerait ainsi de beaucoup le dosage. Les précautions que nous avons indiquées pour éviter les pertes d'ammoniaque sont suffisantes.

Souvent l'échantillon sur lequel on opère n'est pas sec et il faut au préalable l'amener à l'état de siccité ; mais si cette dessiccation était faite sans précaution spéciale, on pourait perdre par volatilisation de l'ammoniaque libre ou carbonatée : tel serait le cas de fumier de ferme, de purin, etc. ; on évite cet inconvénient en ajoutant à la matière assez d'acide oxalique en poudre pour donner une réaction franchement acide à la masse, l'ammoniaque se trouve ainsi fixée à l'état d'oxalate. On peut tenir compte dans le poids de la matière employée pour l'analyse du poids de l'acide oxalique ajouté.

Préparation de la chaux sodée. — Dans une terrine en grès, on met 600 grammes de chaux éteinte en poudre et on verse dessus une solution de 260 grammes de soude caustique dans 250 centimètres cubes d'eau ; on fait une pâte qu'on introduit dans un creuset en terre et qu'on chauffe au rouge ; on fait sortir la matière encore chaude du creuset, on la concasse rapidement dans un mor-

tier de cuivre, de manière à avoir des grains de la grosseur d'un pois environ et qui ne sont pas trop mélangés de poudre, on enferme cette matière encore chaude dans un flacon bien bouché.

Préparation de l'oxalate de chaux. — Dans une petite bassine de cuivre, on met 100 grammes d'acide oxalique, on y ajoute, en faisant bouillir, assez d'eau pour tout dissoudre, puis on y jette par petites portions de la chaux éteinte en poudre, en remuant constamment, jusqu'à ce que le papier de tournesol indique qu'il y a de la chaux en excès : on évapore d'abord à feu nu en agitant fortement, puis on achève la dessiccation au bain de sable ; on met la matière desséchée dans un flacon bien bouché.

2° Dosage de l'azote organique dans un engrais pauvre en azote, ne contenant pas de nitrate.

Le dosage par la chaux sodée s'effectue facilement sur les engrais qui ne contiennent pas de nitrate ; c'est le cas que nous supposons encore ici, mais en considérant un engrais moins riche en azote que le précédent. On opère sur 1 gramme de matière ; on procède exactement comme à l'article précédent, avec cette seule différence qu'on substitue à l'acide titré normal l'acide titré décime et qu'on se sert d'eau de chaux pour faire la saturation de l'acide. Comme il peut arriver que l'engrais soit plus riche en azote qu'on ne pensait et que, par suite, les 10 centimètres cubes d'acide décime pourraient se trouver saturés complètement, ce qui occasionnerait une perte d'ammoniaque, il est prudent d'ajouter dans le tube à essai quelques gouttes de teinture de tournesol, qui montreraient, en virant au bleu, que l'acide est saturé ; dans ce cas, pour ne pas perdre l'opération, il faudrait ajouter aussitôt 10 autres centimètres cubes d'acide décime et achever l'opération comme précédemment. On tient compte pour le calcul de 10 centimètres cubes d'acide décime ajoutés en plus.

Exemple de calcul : il a fallu $26^{cc},5$ d'eau de chaux pour saturer 10 centimètres cubes d'acide titré ; la matière contenait plus d'azote que n'en pouvaient saturer les 10 centimètres cubes d'acide placés dans le tube à essai, et on a dû ajouter 10 autres centimètres cubes.

Pour opérer la saturation de cette liqueur, il a fallu $18^{cc},5$ d'eau de chaux. La quantité d'azote sera la suivante :

$$\frac{26,5 + (26,5 - 18,5)}{26,5} \times 0,0175$$

en admettant que 10 centimètres cubes d'acide titré équivalent à $0^{gr},0175$ d'azote.

3° Dosage de l'azote dans les substances peu homogènes et difficiles á pulvériser. (Procédé de M. Grandeau.)

Il peut arriver que l'engrais azoté soit en morceaux difficiles à diviser et de natures différentes : tel est le cas des déchets de drap, de cuir, de laine, etc. ; il est alors impossible d'obtenir un mélange homogène sur lequel on puisse prélever la quantité de matière destinée à l'analyse. Dans ce cas, on traite, dans une capsule de porcelaine, 50 grammes de la matière à analyser, par une quantité d'acide sulfurique concentré suffisante pour imprégner toute la masse ; on chauffe au bain de sable en remuant fréquemment, jusqu'à ce que la désagrégation soit complète. Alors on ajoute, par petites portions, de la craie finement pulvérisée, jusqu'à ce qu'on ait obtenu une masse solide, qu'on broye dans un mortier et qu'on mélange avec soin. On n'a pas saturé complètement l'acide par la craie, de sorte que, pendant la manipulation, il ne peut se produire aucune déperdition d'ammoniaque. On prend le poids de la poudre ainsi obtenue, dont on pèse la cinquantième partie pour l'analyse ; on opère ainsi sur une matière correspondant à 1 gramme de l'engrais à essayer. Cette partie est traitée par la chaux sodée comme s'il s'agissait d'un dosage ordinaire ; là encore, suivant la richesse supposée de l'engrais, on emploie l'acide sulfurique titré normal ou l'acide décime. Cette méthode ne serait pas applicable aux cas où il y aurait des nitrates.

Dans le cas où l'on opérerait le dosage par le procédé Kjeldahl, on ne saturerait pas l'acide, mais on prendrait une fraction déterminée, soit, par exemple 1/50 de la bouillie acide obtenue, correspondant à 1 gramme de matière.

4° Dosage de l'azote sous ses trois états dans un engrais complexe.

Le cas se présente fréquemment dans la pratique d'avoir à déterminer, dans un même engrais, l'azote à l'état de nitrate, à l'état d'ammoniaque et à l'état d'azote engagé dans des combinaisons organiques. Le dosage de l'azote en bloc ne pourrait se faire qu'au moyen de la méthode qui consiste à mesurer l'azote en volume. Le procédé ordinaire par la chaux sodée ne donnerait que des indications erronées.

Il est souvent nécessaire de séparer ces diverses formes de l'azote pour les doser isolément, d'autant plus que leur valeur commerciale n'étant pas la même, il est indispensable, pour fixer le prix de l'engrais, de connaître la proportion de chacune d'entre elles.

a. *Dosage de l'azote nitrique.* — On prend 66 grammes de matière qu'on triture dans un mortier, avec un peu d'eau ; on épuise par l'eau en décantant la liqueur dans un ballon jaugé d'un litre, et lavant le résidu un grand nombre de fois, jusqu'à ce qu'on ait complété le volume d'un litre ; tout le nitrate est en dissolution, on le dose comme il est expliqué au paragraphe traitant de l'analyse des nitrates.

b. *Dosage de l'ammoniaque.* — On introduit 1 gramme d'engrais dans l'appareil à distillation de M. Schlœsing ; on y ajoute 200 centimètres cubes d'eau et 1 gramme de magnésie calcinée, on distille en recueillant dans l'acide sulfurique titré. Si l'engrais est riche en ammoniaque, on emploie l'acide titré normal ; s'il est pauvre, on emploie l'acide au dixième.

c. *Dosage de l'azote organique.* — L'azote organique se trouve généralement dans les engrais en même temps à l'état soluble et à l'état insoluble ; on dose cet azote sous une seule forme ; mais comme il y a lieu, pour pouvoir opérer ce dosage, d'éliminer complètement les nitrates, on perdrait l'azote organique soluble, si l'on procédait par des lavages à l'eau.

Voici comment il convient de procéder : dans une capsule à fond plat de 9 centimètres de diamètre, on met 2 grammes d'engrais à

essayer ; on y ajoute 10 centimètres cubes de liqueur de protochlorure de fer et 10 centimètres cubes d'acide chlorhydrique ; on recouvre la capsule d'un entonnoir pour éviter les projections et on porte rapidement à l'ébullition, qu'on maintient jusqu'à ce que les vapeurs nitreuses soient complètement éliminées. Puis on évapore à sec, au bain de sable, en s'arrêtant au moment où les vapeurs acides cessent de se dégager ; il est important de ne pas prolonger inutilement l'action du feu, afin de ne pas volatiliser les sels ammoniacaux ; puis on ajoute dans la capsule 4 grammes de craie pulvérisée ; on mélange la masse de manière à obtenir une poudre qui se détache facilement et on enlève soigneusement la matière de la capsule. Cette matière est introduite dans le tube à chaux sodée ; comme elle est assez volumineuse, il y a lieu d'employer un tube de 40 à 45 centimètres de longueur. On conduit l'opération comme dans un dosage ordinaire. Dans ces traitements on n'a pas éliminé l'ammoniaque ; l'azote trouvé représente donc la somme de l'azote organique et de l'azote ammoniacal. Comme on a déterminé ce dernier isolément, on le retranche du chiffre trouvé dans cet essai et on obtient ainsi l'azote qui existe à l'état organique.

5° Dosage de l'azote par la méthode Kjeldahl.

Cette méthode se recommande par la rapidité de son exécution et par la facilité avec laquelle ont peut mener de front un grand nombre de dosages.

Le principe est le suivant : transformation de l'azote organique en azote ammoniacal, au moyen de l'acide sulfurique additionné soit de sulfate de cuivre déshydraté, soit d'oxyde rouge de mercure, soit plutôt de mercure métallique, ajoutés dès le commencement ; on distille ensuite le liquide avec une lessive de soude libre de toute trace de carbonate, obtenue par l'ébullition avec de la baryte hydratée ; le dosage de l'ammoniaque se fait à la manière habituelle à l'aide d'acide sulfurique titré.

Cette méthode n'est pas encore applicable aux cas où on se trouve en présence de quantités appréciables de nitrates.

L'attaque par l'acide se fait dans des ballons de 200 à 250 centi-

mètres cubes de capacité ; on introduit la matière, soit 5 décigrammes ou 1 gramme, et on ajoute 1 gramme environ de mercure métallique, ou encore 2 ou 3 grammes de sulfate de cuivre sec en poudre. Pour mettre la quantité voulue de mercure, il est commode de se servir d'un tube capillaire jaugé une fois pour toutes. Les fourrages très riches en matières grasses sont additionnés d'un peu de paraffine, afin d'empêcher le boursouflement, puis on verse sur le tout 20 centimètres cubes d'acide sulfurique pur et monohydraté ; on commence par chauffer doucement, puis plus fort. On maintient l'ébullition jusqu'à ce que le liquide soit devenu tout à fait limpide. Il n'est pas indispensable que la décoloration de l'acide soit complète ; mais la limpidité doit être parfaite. Une demi-heure à trois quarts d'heure d'ébullition sont en général suffisants pour la transformation intégrale de l'azote en ammoniaque. Les ballons sont placés inclinés sur un support de toile métallique. On peut placer dans le goulot de ces ballons une petite boule de verre qui empêche d'une part une évaporation trop forte de l'acide, et de l'autre toute perte de matière par projection.

Le liquide étant devenu tout à fait clair à froid, on ajoute avec précaution un peu d'eau, puis en plus ample quantité, jusqu'à ce qu'on en ait mis 100 centimètres cubes.

On agite convenablement, afin de faire dissoudre complètement le sel de mercure qui a pu rester au fond et on transvase dans le ballon de distillation, en lavant à différentes reprises.

Les ballons de distillation sont d'une contenance de près d'un litre.

On ajoute au liquide de la lessive de soude en quantité telle, qu'elle soit en excès sur l'acide sulfurique. On a ainsi 200 à 250 centimètres cubes de liquide final. Il convient de mettre en outre 3 ou 4 centimètres cubes d'une solution saturée de sulfure de sodium, destinée à éliminer le mercure à l'état de sulfure et à empêcher ainsi la formation de combinaisons difficilement décomposables entre le mercure et l'ammoniaque.

La saturation par la soude met l'ammoniaque en liberté ; il faut se hâter d'adapter le ballon à l'appareil à distiller, afin d'éviter toute perte d'ammoniaque.

Il convient d'ajouter un peu de zinc en grenaille, pour avoir, par le dégagement d'hydrogène, une ébullition plus tranquille et on distille en recueillant l'ammoniaque qui se dégage dans l'acide sulfurique titré. Pour éviter que des projections n'entraînent de la soude dans le liquide distillé, on se sert de l'appareil de M. Schlœsing. On peut avantageusement donner à celui-ci la forme adoptée par M. Aubin.

Lorsque le produit à analyser contient des nitrates, on peut se débarrasser de ceux-ci en chauffant la matière avec du protochlorure de fer additionné d'acide chlorhydrique et en évaporant jusqu'à sec ; cette opération peut se faire dans le ballon même dans lequel se fera l'attaque par l'acide sulfurique.

La quantité de matière sur laquelle on doit opérer est en général de 5 décigrammes ; pour les matières pauvres en azote ou pour celles qui sont peu homogènes, on peut prendre 1 à 2 grammes ; dans ce cas, on augmente d'un tiers ou de la moitié la quantité d'acide sulfurique. Lorsqu'on opère sur des liquides, vin, bière, lait, etc., on prend de ceux-ci un volume tel que la quantité des matières fixes soit comprise en 5 décigrammes et 1 gramme.

Il y a lieu de faire une correction pour les traces d'ammoniaque que pourrait contenir l'acide sulfurique employé ; cette correction est faite, une fois pour toutes, pour le même acide, par un dosage à blanc ; elle est ordinairement très faible. Il est indispensable que l'acide sulfurique soit exempt de composés nitrés ; une ébullition prolongée élimine complètement ces derniers.

6° Dosage de l'ammoniaque dans un sulfate d'ammoniaque au moyen de l'appareil de M. Schlœsing.

Le dosage de l'ammoniaque s'effectue toujours en chassant cette base au moyen d'une base fixe et en distillant ; l'ammoniaque est recueillie dans un acide titré, dont le degré de saturation mesure la proportion de l'alcali volatil.

On pèse 25 grammes de sulfate à essayer, on les dissout dans de l'eau, on amène le volume à 1 litre. On prend 20 centimètres cubes de cette dissolution, correspondant à 5 décigrammes de sulfate, au

moyen d'une pipette jaugée ; on les introduit dans le ballon à col étiré de l'appareil ; on ajoute 150 centimètres cubes d'eau et 2 grammes de chaux éteinte ou une dissolution équivalente de soude ou de potasse. (Le ballon peut être remplacé par une fiole de verre trempé.) Le ballon communique au moyen d'un court tube de caoutchouc avec un serpentin de verre ascendant se reliant à un réfrigérant. Le réfrigérant porte un tube étiré, à boule, dont l'extrémité plonge de 1 ou 2 millimètres au plus dans 10 centimètres cubes d'acide sulfurique titré normal, contenus dans un petit ballon. L'appareil étant ainsi disposé et l'eau circulant dans le réfrigérant, on chauffe le ballon de manière à porter à l'ébullition ; l'ammoniaque se dégage d'abord et se combine à l'acide sulfurique titré ; il peut arriver que, par suite d'une absorption trop rapide de l'ammoniaque, la liqueur acide monte dans le tube ; mais la boule étant suffisante pour la contenir, cela n'a pas d'inconvénient. On continue à chauffer de manière à distiller lentement une certaine quantité d'eau, destinée à chasser les dernières traces d'ammoniaque. Quand la quantité d'eau distillée a atteint 50 centimètres cubes, on détache de l'appareil le tube à boule et ensuite seulement on arrête le feu ; on lave le tube à boule à l'intérieur et au bout extérieur avec de petites quantités d'eau, qu'on fait tomber dans le ballon. Puis on ajoute la teinture de tournesol neutre et, au moyen d'une burette graduée, en agitant constamment, une solution alcaline, jusqu'au moment où la couleur du tournesol indique que la saturation est complète. On lit le volume de liqueur alcaline employé, soit V. D'un autre côté, dans un ballon semblable on a versé 10 centimètres cubes de l'acide titré, le tournesol et 50 centimètres cubes d'eau distillée ; avec la liqueur alcaline, on sature cet acide, on en note également le volume employé, soit V' ; l'acide titré a été préparé de telle sorte que les 10 centimètres cubes employés saturent exactement $0^{gr},2125$ d'ammoniaque ou toute autre quantité voisine, rigoureusement connue. Pour calculer, au moyen de ces éléments, l'ammoniaque contenue dans les 5 décigrammes de sulfate d'ammoniaque sur lesquels on a opéré, on établit la formule suivante :

$$x = \frac{V' - V}{V'} \times 0{,}2125.$$

Pour calculer à l'état d'azote on emploie la formule

$$x = \frac{V' - V}{V'} \times 0{,}175$$

en admettant que les 10 centimètres cubes d'acide titré correspondent exactement à ces quantités.

Préparation de l'acide sulfurique titré. — Dans une capsule de platine on met de l'acide sulfurique distillé pur ; on le porte à l'ébullition, qu'on maintient pendant au moins une demi-heure, puis on laisse refroidir la capsule sous une cloche rodée, pour éviter l'absorption de toute trace d'humidité. La capsule sera placée sur un trépied en fer afin d'éviter que la plaque de verre sur laquelle se trouve la cloche ne soit cassée par la température de la capsule. L'acide étant refroidi, on en verse rapidement dans un ballon bouché à l'émeri, taré sur la balance de précision, environ 50 centimètres cubes ; on bouche immédiatement et on en prend le poids. Celui-ci étant obtenu, on verse l'acide dans un ballon jaugé, en lavant de manière à entraîner tout l'acide qui avait été pesé. Le volume auquel on amènera la liqueur sera tel que $61^{gr},25$ d'acide sulfurique soient amenés exactement à 1 litre ; on étendra donc la solution de manière à obtenir cette concentration. On appelle cette liqueur : *liqueur acide normale*. Le liquide ainsi obtenu est mélangé avec soin et conservé dans un flacon bouché à l'émeri. Comme le verre a souvent une réaction alcaline et qu'une partie de l'acide pourrait être saturée par cette alcalinité du verre, il convient de choisir des flacons dans lesquels a séjourné pendant longtemps de l'acide sulfurique concentré. Pour l'usage il est commode de mettre ce liquide dans un matras, qui porte un bouchon en caoutchouc muni d'une pipette jaugée. Le matras et la pipette ont été au préalable soumis, pendant quelques semaines, à l'action d'acide sulfurique concentré.

En donnant cette formule pour la préparation des acides titrés nous n'entendons pas dire que c'est la seule qu'on puisse employer. Elle nous a semblé convenable pour l'emploi. Mais tout autre acide titré conduit au même résultat, à la condition de renfermer une proportion d'acide rigoureusement connue. Quel que soit d'ailleurs le mode de préparation des acides titrés, il est indispensable d'y do-

ser exactement l'acide, ce qu'on peut faire par divers procédés que nous ne décrirons pas ici.

Préparation de la liqueur acide décime. — 100 centimètres cubes d'acide sulfurique titré normal sont versés dans une carafe jaugée de 1 litre ; on complète le volume à 1 litre avec de l'eau distillée préalablement bouillie.

Préparation de l'eau de chaux. — On met 200 à 300 grammes de chaux éteinte dans un flacon bouché de 5 litres, on remplit avec de l'eau, on agite et, après avoir laissé déposer, on jette l'eau qui a dissous les parties salines que la chaux pouvait contenir. On remet de la nouvelle eau en agitant de temps en temps. Pour employer cette eau de chaux, on la filtre dans un flacon, en évitant autant que possible l'accès de l'air. On bouche au moyen d'un bouchon qui porte deux tubes étirés au bout et recourbés à angle droit ; l'un sert à l'écoulement de l'eau de chaux et l'autre à la rentrée de l'air. Ces deux tubes sont eux-mêmes bouchés au moyen d'un petit tube en caoutchouc muni d'un obturateur en verre.

Préparation de la magnésie. — On triture dans un mortier le carbonate de magnésie en pains du commerce et on en fait une pâte homogène en l'additionnant successivement de petites quantités d'eau ; on introduit cette pâte liquide dans un flacon avec de l'eau distillée, on décante de temps en temps la liqueur qui surnage en la remplaçant par de nouvelle eau distillée et en agitant fréquemment ; cette opération a pour but d'enlever les alcalis qui sont généralement mélangés à ce produit et qui pourraient exercer une action sur les matières organiques azotées. On jette sur un entonnoir bouché par un tampon de coton, on laisse égoutter, on sèche à l'étuve, on introduit dans un creuset en terre et on calcine pendant une heure au rouge peu intense. Le produit obtenu est conservé dans des flacons bien bouchés. Il est prudent d'en calciner la quantité nécessaire au dosage au moment même de l'emploi, afin de chasser les traces d'ammoniaque que la magnésie aurait pu absorber.

Recherche des sulfocyanures dans les sulfates d'ammoniaque. — Il arrive quelquefois que des sulfates d'ammoniaque, surtout ceux qui proviennent de la fabrication du gaz d'éclairage, contiennent du sulfocyanhydrate d'ammoniaque, corps excessivement vénéneux pour

les plantes aussi bien que pour les animaux. L'emploi de ce produit peut avoir dans les cultures un effet désastreux, il faut donc rejeter complètement les substances qui en renferment. Il suffit de rechercher qualitativement la présence de ce composé ; on regardera comme impropre à l'usage agricole tout sulfate d'ammoniaque dans lequel on constatera sa présence. On dissout une petite quantité de sulfate d'ammoniaque dans l'eau ; on y ajoute quelques gouttes d'une solution étendue de perchlorure de fer, qui donne immédiatement une belle coloration rouge caractéristique des sulfocyanures.

7° Dosage de l'ammoniaque dans un engrais complexe.

Les engrais complexes contiennent généralement, outre l'ammoniaque toute formée, de la matière organique contenant de l'azote ; si l'on se servait, comme pour un sulfate d'ammoniaque, de chaux pour déplacer l'alcali volatil, on risquerait de transformer en ammoniaque une partie de cet azote organique et on aurait ainsi un dosage défectueux.

Pour empêcher cette action de se produire, on remplace la chaux par de la magnésie, qui n'a qu'une action extrêmement faible sur les matières organiques azotées. L'opération se fait de la même manière que pour le sulfate d'ammoniaque, en opérant sur un gramme d'engrais et environ 1 gramme de magnésie calcinée. Si l'engrais est riche en sels ammoniacaux, on prend l'acide sulfurique titré normal, dont on opère la saturation au moyen de la liqueur de potasse.

Si, au contraire, l'engrais est pauvre, on remplace l'acide sulfurique normal par l'acide sulfurique décime ; dans ce dernier cas, le titrage de cet acide se fait au moyen d'eau de chaux : 10 centimètres cubes d'acide décime correspondent à $0^{gr},02125$ d'ammoniaque, soit à 0,0175 d'azote.

On vient d'exposer la méthode qui consiste à distiller directement la matière avec de l'eau et de la magnésie. Ce procédé rencontre quelquefois des difficultés assez grandes, surtout lorsqu'on est forcé d'opérer sur de notables quantités de matière, en raison de la faible teneur en ammoniaque; tel est le cas du fumier de ferme, par exemple. En appliquant directement le feu sous le ballon, on risque de

surchauffer la matière, qui se colle au fond et on peut ainsi produire de l'ammoniaque aux dépens de la matière organique azotée. Cet inconvénient peut être évité d'une manière complète au moyen d'un bain de chlorure de calcium, dans lequel on fait plonger le ballon. Le bain est chauffé de manière à permettre l'ébullition du liquide contenu dans le ballon.

Il est préférable, dans beaucoup de cas, au lieu de distiller la matière elle-même, d'extraire par le lavage l'ammoniaque qui y est contenue et de distiller le liquide ainsi obtenu après l'avoir rendu alcalin au moyen de la magnésie.

Lorsqu'il y a un peu de matière organique dans la substance à analyser, le lavage peut s'opérer à l'eau ; mais dans le cas où l'on est en présence de beaucoup de matières organiques et notamment des matières brunes des fumiers, une partie de l'ammoniaque pourrait être retenue dans des combinaisons insolubles ; il faut, dans ce cas, lorsqu'on veut opérer le lavage, se servir d'eau légèrement acidulée d'acide chlorhydrique, afin de détruire la combinaison de ces matières avec l'ammoniaque, qui entre ainsi en solution. Dans ce dernier cas, avant de procéder à la distillation, il faut saturer l'acide par de la magnésie dont on mettra d'ailleurs un excès.

La précaution de traiter au préalable par un acide est indispensable lorsqu'il existe dans la matière du phosphate ammoniaco-magnésien, qui n'est que difficilement décomposé par la magnésie quand il se trouve à l'état concret. Mais lorsqu'il a été au préalable dissous par un acide, il laisse facilement dégager son ammoniaque sous l'influence de la magnésie.

Quand on a recours à l'acide, on peut opérer sur une quantité notable de matière, soit, par exemple, 50 grammes ; dans ce cas, on décantera le liquide dans un ballon jaugé de 1 litre et en lavant à plusieurs reprises le résidu, on arrivera au volume de 1 litre. De ce liquide rendu homogène, on prendra une fraction déterminée, soit 20 centimètres cubes correspondant à 1 gramme de matière, soit plus si la quantité d'ammoniaque est faible.

Les liqueurs acides, dans lesquelles on doit rechercher l'ammoniaque, ne doivent jamais avoir pendant longtemps le contact de l'air, qui pourrait augmenter la proportion de cet alcali. Pour la

même raison, l'on doit éviter la proximité de vapeurs ammoniacales pendant ces manipulations.

Il arrive quelquefois que, dans ces opérations, l'eau qui distille entraîne de l'acide carbonique qui reste dissous dans la liqueur distillée. Le titrage se fait alors d'une manière incertaine et il convient, avant de titrer, de se débarrasser de cet acide carbonique. On y arrive en chauffant à l'ébullition pendant quelques instants la liqueur contenue dans le ballon, en ayant grand soin d'éviter toute projection ; on opère alors le dosage comme précédemment et sans laisser refroidir.

8° Dosage de l'acide nitrique dans les nitrates. (Méthode de M. Schlœsing.)

Ce procédé est basé sur la transformation intégrale de l'acide nitrique en bioxyde d'azote, qu'on recueille à l'état gazeux et dont on prend le volume ; il s'applique non seulement aux nitrates commerciaux, mais encore aux engrais dans lesquels on a introduit des nitrates.

On compare le volume de bioxyde formé à celui que donne une même quantité de nitrate parfaitement pur ; le rapport des deux volumes donne la proportion de nitrate réel contenu dans le produit essayé.

Mais pour que cette comparaison conduise à des résultats exacts, il faut rendre aussi égales que possible toutes les conditions de l'opération et, par suite, les erreurs relatives. On y arrive en s'arrangeant de manière à recueillir des volumes très voisins de bioxyde d'azote dans les deux cas du titrage et de l'essai, ce qu'il est toujours facile d'obtenir. Dans ce but, il convient de faire d'abord l'essai avec la matière à analyser ; le volume de bioxyde d'azote étant lu, on emploie une quantité de liqueur titrée de nitrate pur telle qu'elle donne un volume à peu près égal.

Essai d'un nitrate de soude. — On prépare une liqueur titrée contenant par litre 66 grammes de nitrate de soude pur et sec ; on prend également 66 grammes de nitrate à essayer, qu'on dissout et qu'on amène au volume de 1 litre. Cette quantité a paru convenable, parce que dans les conditions de l'expérience, elle permet d'obtenir

un volume de gaz voisin de 106 centimètres cubes. L'appareil dans lequel se produit la réaction est un ballon de 150 centimètres cubes de capacité ; le ballon est muni d'un bouchon en caoutchouc percé de deux trous, qui porte un tube capillaire de 30 centimètres de longueur, plongeant à quelques centimètres du fond du ballon, de manière que le bout du tube soit toujours au-dessus du liquide. L'autre bout du tube est relié par un tube de caoutchouc assez étroit, mais épais, à un petit entonnoir ; il existe un intervalle de 25 millimètres entre le bout du tube et la douille de l'entonnoir ; à l'endroit libre du caoutchouc on place une pince qui, serrant le caoutchouc, ferme d'une manière complète. L'autre trou du bouchon porte un tube à gaz recourbé à angle droit, relié par un caoutchouc à un autre tube recourbé, dont la partie plongeant dans l'eau doit avoir de 20 à 30 centimètres de longueur, afin de condenser la vapeur d'eau : le tube plonge dans une cuve d'une forme spéciale et remplie d'eau. Si l'on fait une série de dosages successifs, il est bon de laisser couler constamment, dans cette cuve de l'eau qui élimine, à mesure, l'eau devenue chaude et chargée d'acide chlorhydrique et qui maintient le niveau constant. Dans le ballon on verse d'abord 40 centimètres cubes de solution de protochlorure de fer ; on place le bouchon et, par l'entonnoir, on fait couler 40 centimètres cubes d'acide chlorhydrique, en pinçant le caoutchouc au moment où il reste encore un peu d'acide chlorhydrique dans l'entonnoir. Cette opération a pour but d'éviter l'emprisonnement de l'air dans le tube capillaire ou la douille de l'entonnoir ; cet air serait entraîné dans la suite et augmenterait le volume du bioxyde d'azote. L'appareil étant ainsi disposé, on place sous le ballon un bec de gaz muni d'une couronne et on chauffe de manière à produire une ébullition régulière ; l'air se trouve expulsé et sort bulle à bulle par le tube ; lorsque, par une ébullition de 5 à 6 minutes, tout l'air est expulsé, que par suite il ne se dégage plus que de la vapeur d'eau qui se condense au contact de l'eau froide, on place sur cette extrémité recourbée du tube une cloche graduée de 100 centimètres cubes, exactement remplie d'eau ; puis on verse dans l'entonnoir, au moyen d'une pipette jaugée, 5 centimètres cubes de la liqueur du nitrate à essayer et, ouvrant légèrement la pince, on laisse couler ce liquide très lente-

ment dans le ballon, afin de ne pas arrêter l'ébullition, ce qui entraînerait une absorption. On referme la pince avant que le liquide ait atteint la douille de l'entonnoir, puis on lave celui-ci avec 5 centimètres cubes d'acide chlorhydrique qu'on verse, au moyen d'un tube étiré, sur tout le pourtour supérieur de l'entonnoir. Ce liquide est introduit à son tour, avec les mêmes précautions ; on renouvelle ce lavage trois fois, en ayant constamment soin d'empêcher toute rentrée de l'air ; l'ébullition maintenue constamment dans le ballon fait dégager le bioxyde d'azote qui se rend sous la cloche. On la prolonge jusqu'au moment où le volume de gaz n'augmente plus ; alors, sans arrêter l'ébullition, on retire la cloche et on amène, en enfonçant plus ou moins la cloche, le niveau de l'eau dans celle-ci au niveau de l'eau dans la cuve ; il faut avoir soin de tenir la cloche avec une pince et non avec la main, ou mieux encore, au moyen d'une pince fixe, puis on lit le volume occupé par le gaz dans la cloche, soit V, après avoir attendu quelques instants pour laisser le gaz prendre la température ambiante. On remplit de nouveau la cloche avec de l'eau, on la place sur l'extrémité du tube, le vide s'étant maintenu dans le ballon par l'ébullition qu'on a laissée se continuer ; on introduit par l'entonnoir 5 centimètres cubes de la solution titrée de nitrate pur en opérant exactement de la même manière et prenant les mêmes précautions que dans l'opération qui précède. On recueille de nouveau le bioxyde d'azote, on lit son volume comme on vient de l'indiquer, soit V′ le second volume obtenu, le rapport $\frac{V}{V'} \times 100$ donnera la quantité de nitrate réel contenu dans 100 du produit essayé.

On peut faire cinq ou six dosages consécutifs sans renouveler les liquides du ballon et sans interrompre l'ébullition ; dans ces conditions, les dosages se font très rapidement ; mais il faut avoir la précaution de maintenir constamment le liquide du ballon à un volume sensiblement égal au volume primitif, les liquides qu'on introduit devant remplacer à mesure ceux qui disparaissent par l'ébullition. Si la concentration devenait très forte, il faudrait ajouter assez d'acide chlorhydrique pour ramener au volume voulu.

Essai d'un nitrate de potasse. — Pour l'essai d'un nitrate de po-

tasse, on opérera exactement de la même manière ; mais les liqueurs sont préparées en dissolvant 80 grammes de nitrate pur et autant du nitrate à essayer dans le volume de 1 litre. Ce chiffre est calculé également de manière à donner un volume de gaz voisin de 100 centimètres cubes.

Préparation de la solution de protochlorure de fer. — On prend 200 grammes de pointes de fer, on les met dans un ballon avec 100 centimètres cubes d'eau et on y ajoute peu à peu, en chauffant, assez d'acide chlorhydrique pour que le fer soit dissous ; on amène le volume de la liqueur à 1 litre.

9° Dosage du nitrate de soude dans un engrais complexe.

1° *Engrais riche en nitrate.* — On prend 66 grammes d'engrais, on broye dans un mortier de verre et on traite dans le mortier même par de l'eau, le liquide est versé dans un ballon de 1 litre et l'engrais lavé à plusieurs reprises. Tous les liquides décantés sont réunis dans le ballon jaugé ; on complète le volume à 1 litre ; le nitrate est entré en solution et on opère avec cette solution claire, filtrée s'il est nécessaire, comme s'il s'agissait d'un nitrate de soude, mais au lieu d'introduire dans le ballon seulement 5 centimètres cubes de liqueur, on prend plusieurs fois 5 centimètres cubes, suivant la richesse de l'engrais, de manière à avoir un volume de bioxyde d'azote qui ne soit pas trop inférieur à 100 centimètres cubes ; soit n le nombre de pipettes de 5 centimètres cubes employées ; soit V′ le volume de gaz obtenu avec 5 centimètres cubes de solution titrée de nitrate de soude pur, V le volume de gaz obtenu avec la matière, on aura pour la quantité de nitrate contenu dans 100 d'engrais $\frac{V}{nV'} \times 100$.

2° *Engrais pauvre en nitrate.* — On prend 66 grammes d'engrais ; on les broye dans un mortier, on les délaye dans l'eau, on laisse reposer pendant quelques moments, on décante dans un ballon jaugé de 1 litre la liqueur surnageante, on lave plusieurs fois le résidu resté dans le mortier ; on transvase constamment la liqueur surnageante dans le ballon jaugé, jusqu'à ce qu'on ait complété le volume de 1 litre.

On mélange cette liqueur et on y ajoute par petites portions de la chaux éteinte, jusqu'au moment où la liqueur bleuit le papier rouge de tournesol ; on prélève 500 centimètres cubes, on les évapore dans une capsule de porcelaine et on les amène exactement au volume de 50 centimètres cubes. On opère alors avec cette liqueur comme on a fait pour l'engrais riche en nitrate ; le calcul se fait de la même manière, mais il faut diviser par 10 le résultat obtenu.

L'addition de chaux a pour objet d'empêcher l'acide nitrique d'être déplacé par les acides sulfurique ou phosphorique libres, dans le cas où l'on opérerait en présence d'un superphosphate.

Lorsque l'engrais est excessivement pauvre en nitrate, c'est-à-dire lorsqu'il en contient à peine 1 p. 100, on peut, au lieu de continuer à ajouter de la solution dans le ballon jusqu'au moment où on a obtenu un volume de bioxyde d'azote voisin de 100 centimètres cubes, s'arrêter à un volume inférieur. Le calcul se fait du reste de la même manière.

Pour calculer en acide nitrique, on multiplie par 0,6207 le nitrate de soude trouvé. Pour calculer en azote nitrique, on multiplie le nitrate de soude par 0,1647.

Remarque. — Il arrive quelquefois que les engrais contiennent des carbonates solubles ; dans ce cas, l'acide carbonique, se dégageant en même temps que le bioxyde d'azote, pourrait augmenter le volume de ce gaz et, par suite, conduire à un résultat trop fort. On peut s'assurer de la présence de ces carbonates solubles en délayant, dans 20 ou 30 centimètres cubes d'eau, une dizaine de grammes d'engrais, on jette sur un filtre et, dans quelques centimètres cubes de la liqueur filtrée, on verse un peu d'acide chlorhydrique : s'il y a dégagement de bulles gazeuses, on conclut à la présence des carbonates solubles. Dans ce cas, au lieu de faire la trituration dans le mortier avec de l'eau pure, on emploie de l'eau contenant 3 à 4 p. 100 d'acide chlorhydrique. Lorsque toute effervescence a cessé et que la liqueur reste acide, on continue les lavages avec de l'eau pure jusqu'au volume de 1 litre, en suivant la marche indiquée ; mais lorsqu'on est forcé de soumettre le liquide à l'évaporation, on ne peut pas opérer avec un liquide acide de peur de perdre l'acide nitrique ; alors, ayant amené le liquide neutre ou alcalin à un volume très ré-

duit, on décompose les carbonates par une addition d'acide acétique ; ce n'est qu'après cette addition qu'on amène au volume de 50 centimètres cubes et qu'on continue le dosage comme plus haut. L'acide carbonique ayant été éliminé ne peut plus fausser les résultats.

Quelques matières fertilisantes, telles que les guanos, peuvent contenir de l'acide oxalique. La décomposition partielle de cet acide peut produire des gaz, acide carbonique et oxyde de carbone, qui viennent s'ajouter au bioxyde d'azote et faussent ainsi le dosage. Il est facile de se mettre à l'abri de cette cause d'erreur en ajoutant à la matière, avant la dissolution, un peu de chaux qui maintient l'acide oxalique insoluble à l'état d'oxalate de chaux. Les liqueurs claires, dans lesquelles on dose les nitrates, sont ainsi complètement débarrassées d'acide oxalique.

VI. — Dosage de l'acide phosphorique sous ses divers états.

1° Remarques générales sur l'acide phosphorique.

On trouve dans le commerce les phosphates à des états différents :

1° Phosphates minéraux, constitués par du phosphate de chaux tribasique, plus ou moins mélangé de carbonate de chaux, de matières siliceuses, etc., et amené à des degrés divers de finesse par des moyens mécaniques ;

2° Phosphates d'os verts broyés ; phosphates d'os dégélatinés ; noir animal, noir de raffinerie, de sucrerie, etc. ;

3° Phosphates dans les produits tels que : fumier, poudrette, guano, etc. ;

4° Phosphates traités par les procédés chimiques : superphosphates d'os ou minéraux, phosphates précipités, phosphate ammoniaco-magnésien ;

5° Phosphates provenant des traitements métallurgiques : tels que ceux des scories.

Tous les phosphates peuvent être employés en agriculture pour apporter aux plantes l'acide phosphorique, et tous sont susceptibles d'être assimilés, dans une certaine mesure, par l'organisme végétal. Mais la faculté d'être utilisés par les plantes varie beaucoup, suivant

la forme sous laquelle se présente l'acide phosphorique : dès lors il était rationnel que des distinctions d'origine et des différences de valeur fussent introduites dans le commerce de matières aussi variées ; mais pour régler équitablement les prix, il eût fallu posséder des notions vraies, acquises par la comparaison expérimentale des effets que produisent les divers phosphates dans les conditions diverses de la culture ; en l'absence de semblables notions, on a imaginé des conventions arbitraires, ne reposant point sur l'expérience, d'où sont résultées des différences considérables entre les prix de l'unité d'acide phosphorique dans les matières phosphatées, notamment entre les prix de cette unité dans les produits d'industrie, superphosphates, phosphates précipités, phosphates enrichis, et les prix de la même unité dans les engrais phosphatés n'ayant pas subi de traitement : phosphates naturels, os, poudrette, etc.

Il convient d'entrer sur ce point dans quelques développements, avant de décrire les méthodes d'analyse applicables aux diverses matières phosphatées.

Lorsque Liebig conseilla, vers 1843, de solubiliser l'acide phosphorique des os, au moyen d'un traitement par un acide, tous les physiologistes et agronomes étaient persuadés que la solubilité dans l'eau d'un aliment minéral des plantes est la condition première de son absorption. Des essais institués alors en Angleterre, pour comparer les effets des os broyés et du superphosphate d'os donnèrent un avantage marqué à ce dernier, et déterminèrent la création d'une fabrication qui prit rapidement de grands développements, surtout quand elle admit comme matière première les phosphates minéraux.

Naturellement, l'acide phosphorique acquit dans les superphosphates une valeur beaucoup plus grande que celle qu'il avait avant traitement dans le phosphate minéral ou phosphorite. La nouvelle industrie se propagea en France, en Allemagne. Mais une difficulté imprévue ne tarda pas à se produire : la rétrogradation ; l'acide phosphorique perdait graduellement sa solubilité première dans les superphosphates provenant de certaines phosphorites.

Quelle valeur fallait-il donner à cet acide rétrogradé que l'eau ne dissolvait plus, et dont pourtant le mode de combinaison primitif

avait été certainement détruit par l'acide sulfurique ? En Angleterre, les agriculteurs, fidèles à leur opinion sur la solubilité nécessaire des aliments des plantes, ne voulurent payer que l'acide soluble à l'eau : c'est pourquoi les fabricants s'étudièrent à éviter la rétrogradation, soit en employant un excès d'acide sulfurique, soit en choisissant de préférence certaines phosphorites. Les usages anglais passèrent en Allemagne. Il en fut autrement en France. Les chimistes avaient introduit dans l'analyse des phosphates un réactif précieux, le citrate d'ammoniaque, ayant la propriété de dissoudre l'oxyde de fer, l'alumine, les phosphates de ces deux oxydes, quand ces matières n'offrent qu'une très faible cohésion : il peut même laisser précipiter à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien la totalité de l'acide phosphorique, tout en gardant intégralement les oxydes ; il réalise ainsi d'une manière simple, une séparation autrefois très laborieuse. A cette propriété précieuse, on crut en France pouvoir en ajouter une autre qui serait plus précieuse encore si elle pouvait être admise comme réelle : on fit du citrate le moyen de mesurer l'efficacité comme engrais et, par suite, la valeur vénale de l'acide phosphorique contenu dans les diverses matières phosphatées.

Pour en venir là, on supposait que la faculté d'être assimilés est, chez les phosphates, non plus en relation directe avec la solubilité dans l'eau, comme en Angleterre, mais bien en relation inverse avec la cohésion, le phosphate de moindre cohésion devenant le plus assimilable. La solubilité dans le citrate était assurément le signe d'une très faible cohésion : ce réactif partagea tous les phosphates en deux catégories, les phosphates solubles au citrate, les insolubles.

Puis, l'usage fut introduit d'appeler du nom d'assimilables les phosphates solubles dans ce réactif ; l'acide des superphosphates, des phosphates précipités, des phosphates enrichis, c'est-à-dire l'acide des produits livrés par l'industrie chimique, se trouva soluble dans le citrate et réputé dès lors assimilable. Implicitement, le public devait croire et crut en effet que l'acide des phosphates insolubles au citrate était non assimilable, ou tout au moins peu assimilable, et il accorda à l'acide soluble au citrate une valeur double et parfois triple de la valeur de l'acide des phosphates insolubles.

De tels errements ne sont plus permis aujourd'hui : il est certain

que l'assimilabilité d'un phosphate ne dépend pas de sa solubilité dans le citrate : qu'une racine rencontre, vers son extrémité, un fragment d'os, de nodule des Ardennes, de phosphorite du Lot, elle dissoudra et absorbera du phosphate en vertu de ses sucs propres, et malgré la cohésion qui rend ce fragment insoluble dans le citrate. Cela ne veut pas dire que la cohésion ne joue aucun rôle : un fragment d'apatite ou de quelque autre combinaison douée d'une grande dureté, se laisse probablement moins attaquer qu'un autre fragment de phosphate plus tendre ; il n'en demeure pas moins acquis que le plus grand nombre des phosphorites peut servir d'aliment direct pour les plantes, sans passer par la désagrégation sulfurique ; il est tout aussi certain que les phosphates d'os, les phosphates de fumier, des poudrettes, des guanos, insolubles dans le citrate, sont néanmoins parfaitement assimilables et assimilés par la végétation.

Des expériences de comparaison instituées dans ces dernières années en France, en Belgique, en Allemagne, en Angleterre, ont montré que l'acide phosphorique soluble à l'eau, l'acide des superphosphates rétrogradés, l'acide des phosphates précipités produisent des effets de même ordre, et que l'acide des phosphorites produit, dans beaucoup de cas, des récoltes sensiblement égales à celles que donnent les phosphates ayant subi un traitement chimique. Même, dans les terrains chargés de matière organique et pauvres en chaux, l'avantage demeure aux phosphates d'os, au noir, aux phosphorites.

C'est qu'en effet il paraît très probable aujourd'hui que la diffusion de l'engrais au sein du sol joue le rôle essentiel dans son utilisation : cette diffusion est produite, dans les superphosphates, par la solubilité de l'acide libre ou combiné, qui se diffuse autour de chaque parcelle d'engrais, dans uu certain rayon, limité par l'insolubilisation de l'acide phosphorique au contact de l'oxyde de fer, de l'alumine, du calcaire du sol; dans les phosphates minéraux, elle est déterminée surtout par l'extrême pulvérisation, l'épandage soigné et les labours ; mais que la diffusion soit chimique, comme dans le premier cas, ou mécanique, comme dans le second, on peut regarder son degré de perfection comme déterminant le degré d'utilisation.

Pour que les phosphates naturels donnent des résultats se rapprochant de ceux des phosphates traités par des moyens chimiques, il

est donc nécessaire qu'ils soient amenés à un degré de division mécanique très grand, se rapprochant, autant que possible, du degré de finesse que donne une désagrégation par l'acide sulfurique.

La chimie ne possède d'ailleurs aucun moyen de mesurer, par l'analyse, le degré d'assimilabilité, degré variable qui dépend beaucoup des conditions d'emploi. Il n'est pas nécessaire qu'elle fournisse une semblable mesure ; sa tâche est de doser exactement l'acide phosphorique sous ses divers états.

Que les agriculteurs abandonnent les préjugés sur la valeur relative des divers phosphates, préjugés qui leur causent de graves préjudices, et instituent à leur tour des essais comparatifs. C'est à eux qu'il appartient de déterminer la valeur agricole comparative des engrais, par leur expérience propre et en raison des résultats obtenus, et, par suite, de régler les rapports entre les prix de l'acide phosphorique des divers engrais, d'après les effets qu'ils auront observés.

En définitive, le citrate d'ammoniaque ne peut pas être considéré comme le criterium de l'assimilabilité d'un phosphate ; il est essentiel que les marchands d'engrais et les agriculteurs soient bien éclairés sur ce point. Il est également essentiel que les tribunaux appelés à juger leurs contestations, sachent bien qu'un phosphate peut être dit assimilable, alors même qu'il n'est pas soluble au citrate.

On ne doit donc pas réserver la dénomination d'assimilables aux seuls phosphates ayant subi des traitements chimiques et solubles dans le citrate, parce que cette dénomination laisse supposer implicitement que l'acide phosphorique des autres engrais phosphatés n'est pas assimilable, et qu'ainsi elle établit en faveur des premiers une supériorité et une plus-value qui ne sont pas justifiées dans beaucoup de cas ; la dénomination d'assimilables peut être, à bon droit, appliquée à des phosphates qui résistent à l'action du citrate d'ammoniaque.

2° Dosage de l'acide phosphorique dans un phosphate de chaux naturel.

Les phosphates de chaux naturels, dont l'emploi est si fréquent en agriculture, présentent les compositions les plus variées ; leur

richesse est quelquefois bien inférieure à celle qui leur est attribuée ; ils sont fréquemment fraudés avec des matières inertes. Le plus souvent, on les trouve sous la forme pulvérulente. L'acide phosphorique est le seul élément qu'il y ait en général intérêt à y chercher.

Méthode dite commerciale. — On a souvent employé et on emploie encore quelquefois une méthode appelée *commerciale,* qui consiste à dissoudre le phosphate dans l'acide chlorhydrique bouillant, à filtrer et à ajouter de l'ammoniaque dans la liqueur filtrée. On obtient un précipité qui renferme le phosphate de chaux, mais qui contient en même temps tout l'oxyde de fer et toute l'alumine que l'acide chlorhydrique avait dissous. Le dosage se trouve ainsi être inexact, et, dans beaucoup de cas, cette inexactitude atteint des proportions énormes. Il peut même arriver que des matières ne contenant aucune trace de phosphate accusent, par ce procédé, des quantités de phosphate considérables. Aussi cette méthode a-t-elle été l'occasion et la base de fraudes innombrables.

Ce procédé doit être rejeté *d'une manière absolue ;* son usage doit être *interdit* et aucune transaction ne doit se faire sous la garantie de l'analyse dite *commerciale.*

Les chimistes qui consentent à employer ce procédé, se font les complices d'une des fraudes les plus considérables dont l'agriculture puisse être l'objet.

3° Méthode par le phosphate ammoniaco-magnésien.

On prend 1 gramme de phosphate finement pulvérisé, on l'introduit dans un ballon à fond plat de 200 centimètres cubes de capacité, avec 10 centimètres cubes d'acide chlorhydrique, et 20 centimètres cubes d'eau ; on fait bouillir au bain de sable pendant un quart d'heure, on transvase dans une capsule a fond plat, en lavant plusieurs fois le ballon, sans se préoccuper des matières terreuses qui peuvent y rester, puis on évapore à sec au bain de sable, afin de rendre insoluble la silice qui s'était dissoute ; on reprend par 5 centimètres cubes d'acide chlorhydrique et 20 centimètres cubes d'eau ; on chauffe de nouveau quelques minutes, on verse sur un

petit filtre sans plis et on lave cinq ou six fois, chaque fois avec 5 centimètres cubes d'eau chaude ; le volume de la liqueur recueillie ne doit pas dépasser 100 centimètres cubes.

Lorsque la matière est peu homogène, il est bon d'opérer sur une plus grande quantité de matière, soit, par exemple, 20 grammes, qu'on attaque d'ailleurs de la même manière, mais par une quantité d'acide chlorhydrique beaucoup plus grande. On amène le volume à 1 litre et on prend 50 centimètres cubes de cette solution, qui représente 1 gramme de phosphate. On évapore à sec pour séparer la silice et on continue le traitement comme il vient d'être dit.

Dans l'un ou l'autre cas, on ajoute à cette liqueur de l'ammoniaque par petites quantités, jusqu'au moment où il se produit un trouble, et alors, peu à peu, une solution d'acide citrique à 25 p. 100 en agitant constamment jusqu'au moment où le précipité s'est redissous. On ajoute de nouveau de l'ammoniaque par petites portions ; si la liqueur rendue ainsi ammoniacale ne se trouble plus par ces additions, il y a, dans la liqueur, assez de citrate d'ammoniaque pour maintenir en solution le fer et l'alumine ; si, au contraire, l'addition d'ammoniaque a de nouveau produit un trouble, il faut encore une fois rajouter de l'acide citrique et ainsi, alternativement, de l'ammoniaque et de l'acide citrique, par petites portions, jusqu'au moment où la liqueur, tout en étant ammoniacale, est restée claire.

L'acide citrique a pour but de maintenir en solution la chaux, l'alumine et l'oxyde de fer, en formant des sels doubles avec l'ammoniaque. Il arrive toutefois, lorsqu'il y a de la magnésie dans la matière analysée, qu'on n'a pas un liquide absolument clair, par suite de la formation de phosphate ammoniaco-magnésien ; mais on reconnaît facilement ce précipité qui est cristallin, et il n'y a pas lieu de s'en préoccuper. On ajoute 35 centimètres cubes d'ammoniaque et 15 centimètres cubes d'une solution contenant 10 p. 100 de chlorure de magnésium ; on agite, sans frotter les parois du vase avec la baguette, afin d'éviter la formation d'un dépôt adhérent sur le verre ; on couvre avec une plaque de verre, ou bien on place sous une cloche et on laisse reposer pendant 12 heures au moins. Il arrive souvent, lorsque le phosphate sur lequel on opère contient beaucoup de chaux, qu'il se précipite, en même temps que le phos-

phate ammoniaco-magnésien, une matière gélatineuse constituée par du citrate de chaux. Dans ce cas, non seulement le dosage du phosphate est trop élevé, mais encore la filtration devient extrêmement lente. On peut éviter la formation de ce précipité en opérant sur des liqueurs plus étendues et en rajoutant de plus grandes quantités d'acide citrique.

C'est surtout dans le cas où il y a relativement peu d'acide phosphorique que cet effet se produit, on fait mieux alors d'employer la méthode au molybdate d'ammoniaque.

Au bout de douze heures, l'acide phosphorique est entièrement précipité à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. On recueille le précipité sur un petit filtre plat, on détache avec une barbe de plume la matière adhérente et on fait tomber sur le filtre au moyen d'eau contenant un tiers de son volume d'ammoniaque, mélange qui sert également pour achever le lavage, qu'il ne faut pas prolonger outre mesure ; 30 à 40 centimètres cubes d'eau ammoniacale, employés par petites portions, suffisent amplement à ces lavages. Si on employait de l'eau pure, on dissoudrait une partie de phosphate ammoniaco-magnésien ; celui-ci est presque totalement insoluble dans l'eau ammoniacale. On fait sécher le filtre à l'étuve, on détache la matière, on brûle le filtre au rouge dans un creuset de platine, on rajoute la matière et on maintient le rouge pendant quelques minutes ; le phosphate ammoniaco-magnésien se transforme en pyrophosphate de magnésie. Souvent le produit calciné est noir ; il suffit, pour lui enlever cette couleur, due à la présence d'un peu de charbon, de l'arroser avec deux ou trois gouttes d'acide azotique et de le calciner de nouveau.

Le poids obtenu étant multiplié par 0,639 donne l'acide phosphorique contenu dans la matière analysée. Pour calculer cet acide phosphorique en phosphate tribasique de chaux, on le multiplie par 2,18.

Il importe de faire remarquer ici que le phosphate ammoniaco-magnésien contient quelquefois de petites quantités de magnésie ou de chaux et que, par suite, en opérant comme nous venons de le dire, on peut doser l'acide phosphorique trop haut. On est averti de la présence de ces impuretés par l'aspect du précipité, qui n'est plus

entièrement cristallin et qui devient partiellement floconneux. Dans ce cas, il est indispensable de redissoudre le phosphate ammoniaco-magnésien dans le verre même dans lequel il s'est précipité, après qu'on a séparé par filtration à peu près toutes les eaux mères. On commence à verser sur le filtre égoutté 10 centimètres cubes d'eau contenant 5 p. 100 d'acide azotique et on continue avec cette même liqueur le lavage du filtre, en recueillant le liquide filtré dans le vase dans lequel est restée la plus grande partie du phosphate ammoniaco-magnésien ; le volume total ne doit pas dépasser 30 à 40 centimètres cubes. La dissolution étant obtenue, on ajoute 4 ou 5 gouttes de citrate d'ammoniaque et autant de réactif magnésien et on sursature par l'ammoniaque dont on met un grand excès (10 à 15 centimètres cubes) ; on laisse déposer pendant quelques heures et on recueille ensuite le phosphate ammoniaco-magnésien, débarrassé des impuretés qu'il avait retenues primitivement.

Quand les phosphates contiennent de la matière organique, il faut les calciner au préalable, c'est le cas des os et des noirs d'os.

4° Modifications au procédé précédent. (Méthode de M. Aubin.

Dans la détermination de l'acide phosphorique contenu dans les phosphates naturels et minéraux, on s'expose, en suivant la méthode indiquée par Brassier, à des erreurs en plus, provenant des substances entraînées avec le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien. Les substances qui viennent s'ajouter au dosage, sont : la silice, la chaux, la magnésie et, quelquefois, le fluorure de magnésium dans le cas des phosphates renfermant du spath-fluor. Plusieurs chimistes ont tourné la difficulté, ou bien en titrant l'acide phosphorique par l'urane, ou bien en dissolvant le phosphate ammoniaco-magnésien et le reprécipitant par l'ammoniaque ; enfin, on a proposé de se débarrasser de la majeure partie de la chaux, soit au moyen du nitrate de fer, soit au moyen de l'acide sulfurique et de l'alcool. Ces divers procédés ont leurs inconvénients dans la pratique ; les uns sont relativement longs et les autres n'offrent pas toujours la précision désirable. Au contraire, les causes d'erreurs disparaissent si l'on ajoute à la liqueur résultant de l'attaque du phosphate, dont

l'acide chlorhydrique a été au préalable saturé par l'ammoniaque, un excès d'acide acétique, et si l'on précipite la chaux au moyen de l'oxalate d'ammoniaque ; l'acide phosphorique, le sesquioxyde de fer et l'alumine restent en dissolution, tandis que la chaux se précipite en entraînant avec elle de la silice et du fluor.

Pour l'analyse des phosphates, voici la marche suivie par M. Aubin : dans un ballon de 200 grammes environ, on attaque 1 gramme du produit pulvérulent par 10 centimètres cubes d'acide chlorhydrique, maintenus à l'ébullition pendant 10 minutes ; ensuite, on ajoute 50 centimètres cubes d'eau et 20 centimètres cubes de citrate d'ammoniaque alcalin, préparés d'après la formule de M. Joulie, puis 10 centimètres cubes d'acide acétique à 8° B., en s'assurant que la liqueur est franchement acide. On porte la liqueur à l'ébullition, on y projette environ $1^{gr},5$ d'oxalate d'ammoniaque, quantité suffisante dans la plupart des cas ; lorsque la proportion de chaux est très élevée, on s'assure par quelques gouttes de solution d'oxalate d'ammoniaque qu'elle est entièrement précipitée. S'il n'en était pas ainsi, on ajouterait encore quelques décigrammes d'oxalate en cristaux. On cesse de chauffer au bout de quelques minutes. La liqueur s'éclaircit rapidement, elle est décantée sur un filtre et le résidu insoluble est lavé à plusieurs reprises à l'eau bouillante jusqu'à ce qu'on ait obtenu le volume de 200 centimètres cubes. Après les premiers lavages à l'eau, on ajoute sur l'oxalate de chaux un ou deux centimètres cubes de citrate d'ammoniaque destiné à en extraire les petites quantités d'acide phosphorique entraîné et on achève le lavage comme il vient d'être dit. Après refroidissement, on ajoute 10 centimètres cubes d'une solution magnésienne contenant $1^{gr},5$ de chlorure de magnésium cristallisé[1], puis 50 centimètres cubes d'ammoniaque.

Pour que la précipitation de l'acide phosphorique soit complète, il faut qu'il y ait un excès de magnésie dans la liqueur. Dans les conditions dans lesquelles s'effectue le dosage que nous recomman-

1. Le réactif magnésien se prépare en dissolvant 150 grammes de chlorure de magnésium cristallisé et 150 grammes de chlorhydrate d'ammoniaque dans une quantité suffisante d'eau pour faire le volume de 1 litre ; 5 centimètres cubes de cette liqueur précipitent 50 centigr. d'acide phosphorique.

dons ici, il est nécessaire que cette magnésie en excès sur l'acide phosphorique soit de 250 à 350 milligrammes. Un excès moindre pourrait faire perdre un peu d'acide phosphorique : un excès trop grand pourrait au contraire donner une surcharge attribuable à du phosphate tribasique de magnésie entraîné. On mettra donc les quantités de liqueur magnésienne variables avec la proportion présumée d'acide phosphorique, de manière à avoir toujours l'excès voulu. Dans ces conditions aucun entraînement de magnésie n'est à craindre.

Il est utile de ne mettre l'ammoniaque qu'après avoir ajouté la liqueur magnésienne ; on risque moins d'entraîner du phosphate de fer dans le précipité formé.

Le phosphate ammoniaco-magnésien est recueilli sur un filtre au bout de douze heures, lavé à l'eau ammoniacale au tiers. On sèche, on incinère et on pèse, après avoir, comme il est dit plus haut, traité par deux ou trois gouttes d'acide azotique. Le poids obtenu, multiplié par 63,963, donne le taux pour 100 de l'acide phosphorique contenu dans la substance analysée. En opérant comme il vient d'être dit, on peut se dispenser d'éliminer au préalable la silice ; on est à l'abri de l'intervention de la chaux et on n'a pas à craindre d'avoir du fluor dans le précipité. En outre, le grand volume de liquide s'oppose à l'entraînement de la magnésie. Ce grand volume n'est pas, comme on pourrait le craindre, une cause de perte d'acide phosphorique ; le liquide n'en contient aucune quantité appréciable, l'excès de magnésie rendant le phosphate ammoniaco-magnésien insoluble.

Cependant il peut arriver que le pyrophosphate de magnésie obtenu ne soit pas absolument pur ; il peut contenir de la silice, alors même qu'on a évaporé à sec au préalable ; il peut aussi renfermer du phosphate de fer. Il est facile de s'assurer de la présence de ces substances et de faire, s'il y a lieu, la correction. Dans aucun cas, leur recherche qualitative, qui ne prend que quelques instants, ne doit être négligée.

Après la pesée, on dissout, dans le vase même qui a servi à la pesée, par de l'acide azotique ; s'il reste un résidu appréciable de silice, on le pèse et on le défalque du poids de pyrophosphate. Après élimination de la silice, on étend à 100 centimètres cubes environ,

on neutralise par l'ammoniaque jusqu'à bleuissement du papier de tournesol ; puis on redissout le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien formé, par l'acide acétique mis en léger excès. La liqueur doit demeurer claire et ne pas se troubler au bout de quelques heures ; l'absence de phosphate de fer est ainsi constatée. S'il s'en trouve, on peut le recueillir, le peser et diminuer le poids de l'acide phosphorique, calculé d'après le poids du pyrophosphate corrigé de la silice, de 1/4 de milligramme par chaque milligramme de phosphate de fer obtenu.

Dans la plupart des cas, ces corrections sont inutiles ; si elles devenaient trop fortes, il serait prudent de recommencer le dosage.

Cette manière d'opérer donne une grande sécurité. Il est commode pour l'emploi de ce procédé, d'avoir des vases à précipiter portant deux traits de jauge, l'un à 200 centimètres cubes, l'autre à 250 centimètres cubes.

5° Dosage de l'acide phosphorique dans les guanos, poudrettes, etc.

Les guanos et les engrais similaires doivent en général leur valeur à l'azote, mais il y en a dans lesquels celle de l'acide phosphorique prédomine.

Pour doser l'acide phosphorique, on opère sur 2 grammes de matière, on les mélange, dans une capsule de porcelaine à fond rond, avec un décigramme de chaux éteinte pour empêcher la réduction éventuelle de phosphate acide par la matière organique, réduction qui entraînerait des pertes de phosphore. Le tout étant imbibé d'une dizaine de gouttes d'eau, on sèche au bain de sable et on chauffe la matière au rouge, sur un bec de gaz ou au moufle. On détache la matière et on la fait tomber dans un ballon à fond plat, de 200 centimètres cubes, on verse dans la capsule, en deux fois, 15 centimètres cubes d'acide chlorhydrique, puis on la lave avec 10 centimètres cubes d'eau qu'on rajoute dans le ballon ; on fait bouillir au bain de sable pendant un qnart d'heure. On verse dans une capsule à fond plat, en lavant le ballon 4 ou 5 fois avec de petites quantités d'eau ; on évapore à sec pour rendre la silice insoluble, on reprend par

10 centimètres cubes d'acide chlorhydrique et 10 centimètres cubes d'eau, on fait chauffer au bain de sable pendant quelques minutes, on filtre, on lave la capsule et le filtre avec de très petites quantités d'eau chaude, jusqu'à ce que la réaction de la liqueur ne soit plus acide, mais de manière à ne pas dépasser le volume de 60 à 80 centimètres cubes pour la totalité de la liqueur ; on traite alors par l'ammoniaque, l'acide citrique et le chlorure de magnésium comme il a été dit à propos de l'analyse des phosphates.

Ce procédé ne permettrait pas de reconnaître, dans ces produits, l'addition frauduleuse de phosphate qui aurait pu être faite dans le but de vendre au prix du phosphate de guano et de la poudrette le phosphate naturel d'une valeur moindre.

6° Dosage de l'acide phosphorique dans un phosphate précipité.

Lorsque l'acide phosphorique a été en solution et qu'il a été précipité par un lait de chaux, il forme un phosphate de chaux bibasique extrêmement divisé et qu'on regarde comme facilement assimilable par les végétaux. Le phosphate ainsi obtenu a la propriété d'être décomposé à l'ébullition par l'oxalate d'ammoniaque et on a proposé d'employer cette propriété pour le séparer des phosphates naturels. Mais cette séparation n'est pas très parfaite, puisque ces derniers peuvent être également attaqués dans une assez forte proportion par le même réactif ; nous conseillons d'employer pour ces phosphates précipités les mêmes procédés que pour les phosphates rétrogradés, c'est-à-dire de les mettre en contact avec le citrate d'ammoniaque qui en opère la dissolution. Mais le citrate ne dissout pas toujours tout le phosphate précipité, surtout lorsque celui-ci a été desséché à une température trop élevée ; il faut donc en outre doser l'acide phosphorique total.

7° Dosage de l'acide phosphorique dans un engrais ou dans un phosphate par le molybdate d'ammoniaque.

La précipitation par le molybdate d'ammoniaque peut être utilisée pour le dosage des engrais phosphatés en général ; elle permet d'éli-

miner toutes les substances qui entravent le dosage dans le procédé ordinaire.

5 grammes d'engrais phosphaté à analyser sont calcinés jusqu'à destruction de la matière organique, attaqués dans un ballon, par 20 centimètres cubes d'eau et 20 centimètres cubes d'acide azotique ; on fait bouillir pendant un quart d'heure ; puis, après refroidissement, on amène le volume total à 100 centimètres cubes. Lorsqu'on a affaire à un phosphate riche, on prend 10 centimètres cubes de cette solution correspondant à 5 décigrammes ; pour les engrais moyennement riches en acide phosphorique (10 à 25 p. 100), on prend 20 centimètres cubes de liqueur correspondant à 1 gramme ; enfin, pour les engrais ayant moins de 10 p. 100 d'acide phosphorique, on prend 40 centimètres cubes représentant 2 grammes.

Quoi qu'il en soit, le volume est amené à 50 centimètres cubes, après qu'on a ajouté 10 centimètres cubes d'acide azotique et 6 à 7 grammes de cristaux d'azotate d'ammoniaque. Le liquide est placé dans un vase de Bohême d'au moins 300 centimètres cubes de capacité ; on y ajoute 50 centimètres cubes de liqueur molybdique, par chaque décigramme d'acide phosphorique supposé contenu dans la liqueur et on porte le mélange à 90°, au bain-marie, pendant une heure ; au bout de ce temps on voit, sur une petite quantité de liqueur claire, si une nouvelle addition de molybdate ne détermine pas de précipité. Dans le cas affirmatif, il faudrait ajouter encore 50 centimètres cubes de liqueur molybdique et chauffer de nouveau pendant une heure au bain-marie à 90°. On filtre et on lave au moyen d'une solution contenant 3 p. 100 de nitrate d'ammoniaque et 1 p. 100 d'acide azotique ; puis on dissout dans quelques centimètres cubes d'ammoniaque et on lave le filtre avec de l'eau contenant 30 p. 100 d'ammoniaque, dont on ajoute une quantité totale d'environ 50 centimètres cubes. Dans cette liqueur on verse, peu à peu et en agitant constamment, 10 centimètres cubes du mélange magnésien ci-dessous, par décigramme d'acide phosphorique supposé dans la liqueur. Au bout de quelques heures, on recueille sur un filtre le phosphate ammoniaco-magnésien formé et on le lave avec de l'eau contenant 30 p. 100 d'ammoniaque. On calcine le précipité et on pèse à l'état de pyrophosphate.

Lorsqu'on se trouve en présence de très petites quantités d'acide phosphorique, on évapore à sec après l'attaque par l'acide, afin de séparer la silice. Dans ce cas on pèse directement le phospho-molybdate qu'on a recueilli sur un double filtre, dont l'un sert de tare à l'autre. Le précipité lavé à l'eau acidulée par l'acide azotique et finalement avec quelques gouttes d'eau pure est séché à une température ne dépassant pas 90° : son poids multiplié par 0,0438 donne le poids d'acide phosphorique. Cette dernière manière de procéder n'est pas susceptible d'une grande exactitude et ne peut s'employer que quand on est en présence de quantités trop faibles d'acide phosphorique pour que la précipitation à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien lui soit applicable.

Préparation du molybdate d'ammoniaque. — 100 grammes d'acide molybdique sont dissous dans 400 grammes d'ammoniaque d'une densité de 0,95; on filtre et on reçoit le liquide, goutte à goutte, dans $1^k,5$ d'acide azotique de 1,20 de densité, en agitant constamment. Ce mélange est abandonné pendant quelques jours dans un endroit chaud : il forme un dépôt. Pour l'emploi, on décante la partie claire.

Préparation de la liqueur magnésienne. — On fait dissoudre 50 grammes de carbonate de magnésie pur et 100 grammes de chlorhydrate d'ammoniaque dans 120 centimètres cubes d'acide chlorhydrique additionné de 500 centimètres cubes d'eau ; après dissolution, on ajoute 100 centimètres cubes d'ammoniaque à 22 degrés et on complète, avec de l'eau, le volume de 1 litre.

8° Dosage de l'acide phosphorique solubilisé dans les superphosphates et dans les engrais chimiques.

Dans les superphosphates, substances pulvérulentes résultant du traitement des phosphates naturels par l'acide sulfurique, il y a à doser non seulement l'acide phosphorique total, mais encore l'acide phosphorique modifié par le traitement chimique et existant à l'état soluble à l'eau et à l'état soluble au citrate. Le plus souvent, ces deux derniers sont dosés en bloc, puisqu'on leur attribue une valeur commerciale peu différente. Il semblerait donc qu'en traitant

directement par du citrate d'ammoniaque, on devrait dissoudre tout l'acide phosphorique existant sous ces deux formes. Il en est ainsi, en effet, lorsque l'engrais ne contient pas de magnésie ; mais la présence fréquente de cette base donne naissance à du phosphate ammoniaco-magnésien insoluble dans le citrate, et tout l'acide phosphorique correspondant à la magnésie échappera au traitement citro-ammoniacal.

La magnésie se trouve dans la matière à l'état de sulfate ou de phosphate acide soluble dans l'eau ; on peut donc l'éliminer au préalable par un lavage et opérer le traitement par le citrate d'ammoniaque sur le résidu débarrassé de magnésie. Les deux liqueurs réunies après coup contiennent tout l'acide phosphorique qui a été modifié par l'action de l'acide sulfurique.

Mais le lavage à l'eau nécessite quelques précautions ; les superphosphates contiennent en général de l'acide sulfurique libre, d'un côté, et du phosphate non attaqué d'un autre côté ; la réaction de l'un sur l'autre n'a pas pu se faire dans le mélange, dont l'homogénéité n'est jamais parfaite. Si l'on traite par l'eau un semblable produit et qu'on laisse le contact se prolonger, l'acide sulfurique libre pourra se porter sur le phosphate non attaqué et le solubiliser. On obtiendrait ainsi dans le dosage une quantité d'acide phosphorique soluble plus grande que celle qui existe en réalité dans le produit examiné. De là la nécessité de pratiquer très rapidement le lavage à l'eau.

Voici comment il convient d'opérer, en suivant la marche indiquée par M. Aubin :

Le produit est passé au tamis de 1 millimètre de mailles. On en pèse $1^{gr},500$ que l'on dépose dans un mortier en verre. On ajoute environ 20 centimètres cubes d'eau distillée et l'on délaye légèrement avec le pilon sans broyer. Après une minute de repos, on décante sur le filtre sans pli, appliqué sur un entonnoir reposant sur un ballon jaugé de 150 centimètres cubes. On renouvelle l'addition d'eau et les décantations trois ou quatre fois, en opérant très rapidement, puis on broye très finement la matière, on la recueille sur un filtre au moyen de la pissette et l'on continue le lavage jusqu'à parfaire le volume du ballon jaugé. Le contenu du ballon est versé après

agitation dans un verre à pied. Ici trois cas peuvent se présenter : 1° on se propose seulement de doser l'acide phosphorique soluble dans l'eau ; 2° on veut connaître la totalité de l'acide phosphorique soluble dans l'eau et de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque ; 3° on demande séparément l'acide phosphorique soluble dans l'eau et l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque.

Dans le premier cas, il suffit de soutirer, au moyen d'une pipette, 50 centimètres cubes de la liqueur d'épuisement, pour laisser dans le verre le liquide contenant l'acide phosphorique, soluble dans l'eau, provenant d'un gramme de superphosphate. On précipite à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

Dans le deuxième cas, on soutire également 50 centimètres cubes de la liqueur d'épuisement par l'eau distillée ; d'un autre côté, on introduit le filtre contenant la matière lavée dans un ballon jaugé de 150 centimètres cubes, avec 60 centimètres cubes de citrate d'ammoniaque, on laisse en digestion pendant une heure en délayant la matière par l'agitation, et on laisse reposer pendant douze heures ; on amène le volume à 150 centimètres cubes, on agite et on filtre ensuite le liquide, rendu homogène, sur un ballon jaugé de 100 centimètres cubes. Les 100 centimètres cubes de la liqueur d'épuisement par le citrate d'ammoniaque sont ajoutés aux 100 centimètres cubes restant dans le verre à dosage et contenant le soluble à l'eau. On a ainsi réuni les deux formes solubles de l'acide phosphorique provenant d'un gramme de superphosphate. On les précipite également à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

Dans le troisième cas, on enlève 50 centimètres cubes de la liqueur provenant de l'épuisement par l'eau pour doser l'acide phosphorique soluble à l'eau sur un gramme de superphosphate et l'on opère le dosage du soluble au citrate avec 100 centimètres cubes du liquide obtenu dans le traitement par le citrate d'ammoniaque. On a ainsi encore opéré sur un gramme de la matière primitive.

On ajoute au liquide d'épuisement 20 centimètres cubes de citrate d'ammoniaque, dans le cas où il n'y en a pas déjà, et 10 centimètres cubes d'une liqueur magnésienne contenant suffisamment de magnésie pour précipiter 5 décigrammes d'acide phosphorique, puis

un volume d'ammoniaque égal au tiers du volume total. Dans ces conditions, le phosphate ammoniaco-magnésien se précipite entièrement, parce que les liqueurs renferment un excès de magnésie et d'ammoniaque, et, cependant, ce précipité est pur, parce que les liqueurs sont suffisamment volumineuses pour maintenir en dissolution les substances qui ont une tendance à être entraînées. En général, on laisse le précipité déposer toute la nuit, le lendemain on le recueille sur un filtre, on le lave à l'eau ammoniacale saturée de phosphate ammoniaco-magnésien, on le sèche et on l'incinère au moufle. Les quelques particules de charbon qui n'ont pas été brûlées pendant l'incinération sont détruites par quelques gouttes d'acide nitrique et une seconde calcination. Le poids de pyrophosphate de magnésie obtenu, multiplié par 63,963, donne le taux pour 100 d'acide phosphorique dans le produit analysé.

Cette méthode s'applique également aux engrais chimiques composés de superphosphate, d'engrais azotés et de sels potassiques.

Préparation du citrate d'ammoniaque. — 400 grammes d'acide citrique cristallisé sont dissous, dans une capsule, à froid, par une quantité suffisante d'ammoniaque à 22 degrés. On complète le volume d'un litre avec de l'ammoniaque.

9° Scories de déphosphoration.

On emploie depuis quelque temps des scories qui proviennent des opérations effectuées dans l'industrie métallurgique pour enlever le phosphore à la fonte par le procédé de Thomas Gilchrist. Ces scories contiennent des quantités très variables d'acide phosphorique, à un état dont le degré d'assimilabilité n'a pas encore été complètement déterminé; mais il semble qu'à l'état pulvérulent, elles doivent pouvoir céder leur acide phosphorique aux racines des plantes. Malgré la température élevée à laquelle ces scories ont été soumises, les phosphates qui s'y trouvent sont relativement assez solubles, même en partie dans le citrate d'ammoniaque. Les substances qui accompagnent l'acide phosphorique dans cette scorie sont la chaux, le fer existant en grande partie à l'état de protoxyde, en petite quan-

tité à l'état de peroxyde, avec des parcelles de fer métallique. Il y a, en outre, de la silice, un peu d'acide sulfurique, etc.

L'analyse de ce produit peut se faire exactement comme celle d'un phosphate de chaux naturel, à la condition toutefois de transformer tout le fer en sesquioxyde. On commence par dissoudre un gramme de matière finement pulvérisée, dans l'acide chlorhydrique bouillant, on évapore à sec pour séparer la silice, on reprend de nouveau par l'acide chlorhydrique et puis, on ajoute à l'ébullition de l'acide azotique, soit environ 5 centimètres cubes ; on fait bouillir jusqu'à disparition des vapeurs rutilantes et on traite ensuite par l'ammoniaque, l'acide citrique et le chlorure de magnésium comme dans un dosage ordinaire.

Lorsque les quantités d'acide phosphorique sont très faibles, on peut faire le dosage au moyen du molybdate d'ammoniaque ; dans ce but, on opère sur 5 décigrammes de matière, qu'on dissout par l'acide chlorhydrique après séparation de la silice, on reprend par l'acide azotique, on évapore à sec à deux ou trois reprises, toujours avec de l'acide azotique, jusqu'à ce que le chlore soit totalement éliminé. Dans la liqueur azotique, on verse le nitromolybdate d'ammoniaque, on recueille le précipité avec les précautions ordinaires, on le transforme en phosphate ammoniaco-magnésien et on le pèse à l'état de pyrophosphate de magnésie.

L'attaque préalable par l'acide chlorhydrique est indispensable, parce que l'acide azotique peut ne pas dissoudre intégralement les phosphates.

La pesée du pyrophosphate de magnésie, que nous avons adoptée, suffit à toutes les exigences du dosage de l'acide phosphorique.

ANALYSE ET DÉTERMIMATION DE LA VALEUR DES MATIÈRES FERTILISANTES

Par W. Frear[1].

Le rôle des engrais commerciaux est de restituer les éléments nécessaires à la nutrition des plantes qui font le plus fréquemment défaut dans le sol, dans la proportion nécessaire à la croissance de bonnes récoltes. Les corps qui sont le plus souvent indispensables sont l'azote, l'acide phosphorique et la potasse, soit l'un seulement ou tous trois. Les principaux engrais commerciaux sont indiqués pour fournir directement ces corps aux plantes. Il y a d'autres substances, comme la chaux, le plâtre, la kiesérite, le sel, etc., qui fournissent une petite quantité d'aliment directement à la plante, mais qui sont appliquées dans le but de rendre utilisables par la plante des substances déjà présentes dans le sol. L'analyse et l'estimation de la valeur sont limitées exclusivement à ce premier groupe, source d'azote, d'acide phosphorique et de potasse, depuis que ces corps ont pris une plus grande extension comme produits industriels et sont devenus plus variables dans leur composition, d'un usage plus général dans les applications de matières fertilisantes et plus chers.

Sources de l'azote, de l'acide phosphorique et de la potasse.

L'azote est le principe le plus coûteux des engrais et il occupe un rang important au point de vue de la valeur agricole ; les formes telles que le nitrate de soude et le sulfate d'ammoniaque sont très solubles dans l'eau et directement utilisables par la plante, tandis que les différentes sources d'azote organique, telles que le sang, l'azotine et d'autres préparations de viande, poissons, tangue, os et graines, sont aussi rapidement transformées dans le sol en des formes assimi-

1. *Pennsylvannia State College Agricultural Experiment Station.* Bulletin n° 7, avril 1889, p. 15 à 23.

lables; l'azote provenant des autres sources, telles que les déchets de laines, débris d'os et de cornes et spécialement de ces derniers, est très lentement assimilable et a par conséquent une valeur beaucoup moindre pour les récoltes.

Il y a des méthodes exactes au moyen desquelles on peut déterminer si l'azote de l'engrais existe sous forme de nitrate, de sel ammoniacal ou sous forme organique ; et depuis peu de temps, on a imaginé une méthode permettant de distinguer selon toute probabilité, l'azote organique plus assimilable, de celui des poils, des cornes et autres substances renfermées dans l'engrais mélangé.

L'*acide phosphorique* est obtenu principalement de sources animale et minérale. Les guanos ammoniacaux fournissent une forme très assimilable, tandis que dans ceux qui ont perdu leur ammoniaque par l'action du temps l'acide phosphorique est passé sous des formes beaucoup moins solubles. L'acide phosphorique des os, tangue et poissons devient entièrement assimilable dans le sol et d'autant plus que le produit est en poudre plus fine ; mais, la présence de la graisse dans le produit brut s'oppose grandement à la décomposition nécessaire pour que l'acide phosphorique passe à une forme assimilable par la plante. L'acide phosphorique d'origine minérale — apatite, phosphorite, phosphate naturel de la Caroline du Sud — est beaucoup moins assimilable. Le même fait est vrai pour l'acide phosphorique du noir d'os de raffinerie et des cendres d'os.

Afin de rendre les phosphates plus assimilables, os, noir d'os de rebut, cendres d'os, guanos phosphatés, apatite, phosphate naturel de la Caroline du Sud et quelquefois d'autres matières qui renferment de l'acide phosphorique, on les traite par l'acide sulfurique. Les superphosphates ainsi obtenus contiennent l'acide phosphorique à trois états de solubilité ; le premier, dit à l'*état soluble,* peut être dissous dans l'eau et entièrement diffusible à travers le sol, bien qu'il soit généralement converti dans la forme insoluble, bientôt après son application. Le second, *soluble dans le citrate,* également connu sous le nom de *rétrogradé,* est insoluble dans l'eau, mais peut se dissoudre dans une solution concentrée de citrate d'ammoniaque neutre à une température de 65° C., admise comme représentant l'action des acides des racines humides; cette classe est appelée

« rétrogradée » parce qu'on suppose qu'elle se forme par suite d'une réaction entre les phosphates « solubles » et « insolubles », par suite qu'il se produit une diminution de la quantité d'acide de cette première classe.

On admet que l'acide « rétrogradé » a une valeur équivalente à celle de l'acide « soluble » pour l'alimentation des plantes, mais il est probablement beaucoup moins bien diffusé à travers le sol. La troisième classe est appelée « insoluble » et renferme cette partie de l'acide insoluble dans l'eau et le citrate d'ammoniaque ; on attribue généralement à cette classe une faible valeur, bien que les expériences aient montré qu'il y a des exceptions à cette règle.

Deux autres engrais artificiels méritent l'attention, bien qu'ils ne soient pas jusqu'à présent très employés dans ce pays. Le premier est connu sous le nom de « phosphate précipité », préparé avec les déchets provenant des fabriques de gélatine et de colle forte. Ce produit est fabriqué en grande quantité en Europe et cause une grande révolution dans le marché des engrais, son prix étant bas et sa valeur agricole élevée. Le second est une scorie basique provenant de la déphosphoration de la fonte. Cette matière a été depuis peu très largement employée en Allemagne et avec une certaine extension en Angleterre et a donné d'excellents résultats.

La potasse est fournie dans les cendres de bois et de balles de coton, mais on ne fait qu'un faible usage de ces substances dans les États du Centre. Les principales sources d'approvisionnement sont les sels de potasse allemands fabriqués dans un certain nombre de localités avec les dépôts de mélanges de sels qui recouvrent les couches de sel en roche. Les principaux articles commerciaux sont la kaïnite, qui est un mélange de sulfates et de chlorures de potassium, magnésium et sodium, renfermant en moyenne 12.5 p. 100 de potasse ; chlorure de potassium (à 80 p. 100), renfermant 50.5 p. 100 de potasse ; du sulfate de potasse à teneur élevée (96 et 98 p. 100), renfermant 52 p. 100 de potasse, et l'engrais complexe ou sel double de sulfate de potasse et de magnésie, qui peut renfermer environ 28-30 p. 100 de potasse. Les sels dont le degré est plus élevé sont meilleurs, car en faisant abstraction de leur potasse, ils renferment moins de chlorure de magnésium nuisible, qui existe dans

la plupart de ces sels. Tous ces sels sont rapidement solubles dans l'eau.

A l'exception des superphosphates et de la poudre d'os, un petit nombre de ces sources de principes fertilisants sont à présent l'objet d'un grand commerce, excepté dans les engrais complexes.

Analyse des engrais.

Le but de l'analyse des engrais n'est pas tant de déterminer les matières qui ont servi à leur fabrication, que de découvrir la quantité et l'état des substances qu'ils renferment et de donner ainsi une idée de leur aptitude à remplir un but donné. Dans la plupart de nos États de l'Est, des lois, réglementant un pareil contrôle du commerce, afin d'empêcher la vente de marchandises sans valeur sur defaux rapports et qui permet à l'acquéreur de se rendre un compte plus exact de la nature de son acquisition, ont été promulguées.

La loi de Pensylvanie actuellement en vigueur fut promulguée le 28 juin 1879 et est formulée comme il suit :

Acte réglementant la fabrication et la vente des engrais commerciaux.

Section 1re. — Il est arrêté, etc..., que tout pot (*package*) d'engrais commercial vendu, offert ou exposé pour la vente, dans le but d'application comme fumure, dans ce pays doit ostensiblement porter la marque du fabricant, l'indication du lieu où se trouve la fabrique, du poids net de son contenu, du taux pour cent d'azote ou de son équivalent en ammoniaque sous une forme assimilable, de potasse soluble dans l'eau, d'acide phosphorique soluble et rétrogradé et d'acide phosphorique insoluble ; que tout engrais commercial vendu, offert ou mis en vente, qui ne contiendra aucun des éléments nommés plus haut, sera exempté des stipulations de cet acte.

Section 2. — Tout fabricant ou importateur d'engrais commerciaux, de la nature de ceux caractérisés dans la section du présent acte doit toujours, soit avant le premier jour du mois d'août prochain, soit avant de mettre en vente un des engrais en question dans la République, faire enregistrer chaque année dans le bureau du secrétaire de la République, une déclaration (*affidavit*) établissant la

quantité des engrais en question ou des engrais vendus sur le territoire de l'État pendant l'année précédente ; et s'il dit que le total se monte à cent tonnes ou moins, il (ou eux) doit payer au trésorier de l'État la somme de dix dollars (51 fr. 82 c.) pour chaque article d'un tel engrais commercial vendu sur le territoire de l'État pendant l'année précédente ; et s'il déclare que le montant excédera cent tonnes (101 605^{kg}) ou sera moindre que cinq cents tonnes (508 025^{kg}), il (ou eux) doit payer la somme de vingt dollars (103 fr. 65 c.) et s'il dit que le montant s'élèvera à cinq cents tonnes (51 800^{kg},25) ou plus, il (ou eux) doit payer la somme de trente dollars (155 fr. 47 c.) ; si un pareil ou de pareils fabricants ou importateurs n'avaient pas fait de ventes dans le territoire de la République pendant l'année précédente, (il ou eux) doit payer la somme de dix dollars (51 fr. 825 m.) ; un pareil fabricant ou importateur doit en même temps faire enregistrer, au secrétariat du bureau de l'agriculture une copie de l'analyse exigée par la section 1re de cet acte et doit être appelé à recevoir du secrétaire de la République un certificat qui doit être contresigné par le secrétaire du bureau de l'agriculture, témoignant que les stipulations de cet acte ont été remplies.

Section 3. — Toute personne vendant, offrant ou mettant en vente quelque engrais commercial, sans l'analyse exigée par la section 1re de cet acte, ou avec une analyse établissant qu'il renferme un taux pour cent plus élevé de l'un ou de plusieurs des éléments susnommés que la quantité réelle existant dans l'engrais, ou pour la vente duquel toutes les prévisions de la section 2 n'ont pas été remplies, doit être considérée comme coupable d'un délit et si elle est convaincue de ce fait, elle paiera une amende se montant à une somme qui ne sera pas inférieure à vingt-cinq dollars (129 fr. 56 c.), n'excédera pas cent dollars (518 fr. 25 c.) pour le premier délit et ne sera pas inférieure à deux cents dollars (1 036 fr. 50 c.) pour chaque délit subséquent. La moitié de cette amende sera au profit du délateur (*informer*) et le reste pour le pays où la condamnation a été prononcée. Stipulé : Le délateur en question devra être l'acquéreur et la marchandise destinée à son propre usage.

Section 4. — Il est du devoir du bureau de l'agriculture d'analyser les échantillons d'engrais commerciaux qui peuvent lui être

fournis par ses agents; les échantillons en question doivent être accompagnés d'une attestation particulière, avec serment ou affirmation, qu'ils ont été convenablement prélevés; les honoraires pour de telles analyses doivent être fixés par le comité exécutif du bureau et basés sur un prix fixé pour chaque détermination. Ils ne doivent en aucun cas dépasser soixante-quinze pour cent du prix dont on rémunère ordinairement de tels services et être payés par le Trésor de la République de la façon prévue actuellement par la loi.

Section 5. — L'argent versé au Trésor suivant les prévisions du présent acte constitueront un capital spécial destiné à couvrir les frais de ces analyses. *Stipulé :* Que le montant total ainsi dépensé chaque année, ne doit en aucun cas excéder le montant de la somme versée au Trésor pendant la même année et que tout l'argent restant de ces fonds spéciaux passera à la fin de l'année dans les fonds généraux au profit de l'État.

Section 6. — Le terme « engrais commerciaux », ainsi qu'il est employé dans cet acte, doit être interprété comme indiquant toute substance importée, fabriquée, préparée ou vendue pour la fertilisation ou la fumure, excepté le fumier d'étable, la marne, la chaux et les cendres de bois et qui ne sont pas compris dans les stipulations de la section 1re de cet acte.

Section 7. — Cet acte sera mis en vigueur et après le 1er août 1879.

Approuvé — Le 28 juin, A. D. 1879.

Henry M. Hoyt.

Dans cet acte, le bureau de l'agriculture nomme des inspecteurs qui recueillent les échantillons selon le mode prescrit par le secrétaire du bureau, et ces échantillons sont soumis au chimiste pour l'analyse. Les résultats de l'analyse sont immédiatement portés à la connaissance du fabricant et après le temps nécessaire pour lui permettre de protester, sont publiés.

Suivant une résolution prise au dernier meeting du bureau, le chimiste de cette station est fait *ex officio* chimiste du bureau, les bénéfices provenant des analyses ne pouvant être employés que pour la poursuite de travaux de recherches.

Évaluation du prix.

Une distinction claire devait être faite entre la valeur « commerciale » et la valeur « agricole » de l'engrais ; la première est réglée par l'offre et la demande ; la dernière par la nature de chaque sol en particulier et la récolte à laquelle l'engrais doit être appliqué, aussi bien que par plusieurs autres conditions de contrôle ; la valeur agricole est seulement l'un des facteurs déterminant la valeur commerciale. Il peut même être vrai qu'un engrais de haute valeur commerciale soit absolument sans valeur au point de vue agricole, s'il est appliqué à certains sols ou à certaines récoltes.

L'évaluation des engrais a pour objet d'indiquer la valeur commerciale relative des engrais dans les grands marchés et n'a rien à faire avec la valeur agricole. Cette évaluation est basée sur le prix de détail moyen au comptant, des matières employées comme sources des principes fertilisants et est un relevé approximatif des valeurs totales des substances prises à part existant dans chaque engrais. En d'autres termes, l'évaluation d'un engrais montre combien coûteraient par tonne, achetées en lots de tonnes, comptant, dans les plus grands marchés, les substances non mélangées dans la proportion où elles sont employées dans l'engrais. Il est établi *qu'on ne tient pas compte de la dépense occasionnée par le mélange, de la mise en sac ou du fret et que ceux-ci peuvent augmenter de vingt à vingt-cinq pour cent le prix de détail des substances non mélangées ;* le prix de la mise en sac et les frais de mélange sont évalués environ à trois dollars (15 fr. 55 c.); le prix de détail peut, cependant, en plusieurs cas, être même supérieur de cinq dollars (25 fr. 91 c.) à l'évaluation : si le prix de détail est plus élevé, à l'exception des localités tout à fait éloignées des grandes lignes de chemin de fer, il serait préférable de se livrer à un examen plus complet avant d'acheter.

Valeurs commerciales pour 1889.

Les prix moyens comptant actuels par kilogramme dans les marchés de détail, des principales sources d'azote, d'acide phosphorique

et potasse, dans les marchés de New-England, New-York, New-Jersey et Pennsylvania sont les suivants :

Valeurs commerciales actuelles des principes fertilisants dans les matières brutes et les engrais chimiques pour 1889[1].

	PRIX de la livre d'azote. — Cents.	PRIX de la livre d'ammoniaque. — Cents.
Azote sous forme de sels ammoniacaux[2]	19	15,6
Nitrates	17	14
Azote organique, en poudre sèche et fine, poisson, viande et sang.	19	15,6
— dans la farine de graines de coton	15	12,3
— dans les os fins et la tangue	16 1/2	13,6
— dans les os moyennement fins et la tangue	13	10,7
— dans les os moyens et la tangue	10 1/2	8,6
— dans les os grossiers et la tangue	8 1/2	7
— dans les poils, rognures de corne et fragments de poisson grossiers	8	6,6

	PRIX de la livre — Cents.
Acide phosphorique soluble dans l'eau	8
— soluble dans le citrate d'ammoniaque[3]	7 1/2
— dans la poudre sèche de poisson, les os fins et la tangue.	7
— dans les os moyennement fins et la tangue	6
— dans les os moyens et la tangue	5
— dans les os grossiers et la tangue	4
— dans le phosphate en roche en poudre fine	2
Potasse, sous forme de sulfate à degré élevé et sous des formes exemptes de chlorures (cendres)	6
Potasse, comme kaïnite	4 1/2
— comme chlorure	4 1/2

Les valeurs ont été fixées par les représentants des stations expérimentales du Massachusetts, Connecticut, New-Jersey et Pensylvanie

1. Livre = $0^{kg},4536$. Cent = $0^{fr},0513$

2. On a l'habitude dans le marché d'engrais, bien qu'en chimie cela n'arrive pas, si ce n'est dans le cas de sels ammoniacaux, d'indiquer la quantité d'azote par son équivalent en ammoniaque. Pour réduire le p. 100 d'ammoniaque en azote, il faut multiplier par 0,824, ou multiplier par 14 et diviser par 17.

3. On dissout environ 2 grammes du phosphate non pulvérisé, préalablement épuisé par l'eau pure, dans 100 centim. cubes d'une solution neutre de citrate d'ammoniaque de poids spécifique égal à 1,09 en 30 minutes à 65 degrés centigr. en agitant une fois toutes les cinq minutes.

pour leurs États respectifs pendant 1889. Ils représentent la moyenne du prix du détail dans les plus grands marchés de ces États, auxquels les substances respectives étaient vendues au comptant pendant les six mois antérieurs au 1er mars 1889; ils représentent aussi, pour les cas où nous avons des prix de vente en gros, le prix en gros moyen pendant la même période, plus environ 20 p. 100.

Revue des prix en gros des marchés.

Prix moyen de la livre d'azote pendant les six derniers mois.

	Cents.
Dans le sulfate d'ammoniaque	16,3
Dans le nitrate de soude	14,2
Dans le sang desséché	15,9
Dans l'azotine	15,8

Prix du kilogr. d'acide phosphorique en janvier.

Dans le phosphate en roche de la Caroline du Sud livré à Charleston	1,29
— — — pulvérisé livré à New-York	2,37
Dans les os bruts	3,11
Dans le noir d'os de rebut	3
Dans le phosphate acide (acide assimilable)	4
Dans les os dissous (acide assimilable)	4,87

Alors qu'il y a eu pour quelques mois un accroissement graduel dans les valeurs en gros au marché des matériaux bruts qui fournissent l'acide phosphorique, les prix de vente en gros pour les produits acidulés n'ont pas subi un accroissement correspondant.

Prix de la potasse pendant les six derniers mois.

	Cents.
Dans les sels doubles	4,47
Dans le sulfate de degré élevé	4,67
Dans la kaïnite	4,04
Dans le chlorure	3,71

Les chiffres précédents sont tirés des rapports de marché publiés hebdomadairement par le *Oil, Paint and Drug Reporter* de la ville de New-York.

En général, les prix des matériaux bruts, spécialement ceux qui fournissent l'azote, ont dépassé considérablement les prix pour une période précédente correspondante, 1er mars 1888.

Valeurs commerciales des superphosphates et des engrais mélangés à haut titre.

Le nombre de déterminations stipulées actuellement par le Bureau d'État de l'agriculture exige l'emploi de la méthode suivante d'estimation pour cette classe de marchandises :

L'azote sera, en général, évalué à 19 cents la livre, valeur fixée pour l'azote organique dans les matériaux bruts à degré élevé et chimiques.

La potasse, dans le cas où il ne s'en trouve pas une quantité plus grande que celle combinée au chlore, est comptée comme chlorure (4,5 cents); la partie excédante est évaluée comme sulfate (6 cents).

L'acide phosphorique dans les marchandises acidulées doit être estimé suivant sa solubilité, comme dans le cas des matériaux bruts; excepté l'acide insoluble qui sera évalué à 3 cents la livre, à moins qu'on ne trouve qu'il provient du phosphate en roche.

Dans le cas de la poudre d'os et de la tangue, la finesse de la substance en poudre doit être prise en considération dans l'évaluation. L'échantillon est séparé par tamisage suivant quatre degrés de finesse : Fin, moins d'un cinquantième de pouce ($0^m,00507$) en diamètre ; moyennement fin, moins d'un vingt-cinquième de pouce ($0^m,01014$) ; moyen, moins d'un douzième de pouce ($0^m,02083$) ; grossier, au-dessus d'un douzième de pouce ($0^m,02083$). Chaque degré a sa valeur propre pour l'azote et l'acide phosphorique, déjà donnée dans la liste des matériaux bruts.

La valeur totale d'un engrais par livre est obtenue en multipliant le nombre de livres existant dans une tonne ($1\,016^{kg},05$), d'après ce qu'indique l'analyse, par la valeur correspondante par livre ; la somme de ces valeurs par tonne pour les différentes substances dosées, donnera la valeur commerciale par tonne, ainsi que cela est établi dans le rapport sur les résultats analytiques.

On doit rappeler que ces valeurs sont seulement approximatives et que l'évaluation établie n'est pas une indication de la valeur agricole pour quelque but spécial.

Contrôle des engrais.

Ainsi que cela a été indiqué dans les pages précédentes, le contrôle des engrais est confié aux soins du Bureau d'État d'agriculture, représenté par le secrétaire, Thomas J. Edge, Harrisburg, Pa. Le chimiste de la station analyse seulement les échantillons approuvés par le secrétaire du Bureau, qui est responsable du prélèvement des échantillons et à qui toute la correspondance ayant rapport à l'œuvre du contrôle doit être adressée, excepté sur les sujets concernant les résultats analytiques et leur évaluation.

DOSAGE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE SOUS FORME DE PHOSPHO-MOLYBDATE-D'AMMONIAQUE DANS LES ENGRAIS, PHOSPHATES DE TOUTE RICHESSE.

Par H. Pellet

Dosage de l'acide phosphorique par le molybdate d'ammoniaque.

On sait que le molybdate d'ammoniaque forme avec l'acide phosphorique un précipité jaune de phospho-molybdate d'ammoniaque presque insoluble et dans lequel il entre une proportion minime d'acide phosphorique.

Le molybdate d'ammoniaque est donc un réactif précieux pour déceler la présence de l'acide phosphorique.

Jusqu'ici on a cherché à utiliser cette réaction pour le dosage même de l'acide phosphorique et on l'a adoptée pour les analyses dans lesquelles la proportion d'acide phosphorique ne dépassait pas une certaine proportion. C'est ainsi que M. Boussingault l'a appliquée pour le dosage du phosphore dans les fontes et qu'on l'a également appliquée au dosage de l'acide phosphorique dans les terres.

Il a suffi de déterminer la proportion d'acide phosphorique contenue dans 100 grammes de précipité séché à 100 degrés.

Les auteurs ne sont pas d'accord sur le coefficient à adopter, mais cependant d'après les expériences multiples d'Eggertz et de Boussingault, 100 grammes de précipité de phospho-molybdate contiennent de 3.7 à 3.8 d'acide phosphorique. Boussingault a donné le chiffre de 3.73 que nous avions adopté.

Que le coefficient soit 3.7 ou 3.8, l'erreur est insignifiante lorsqu'il s'agit de doser 0.1 ou même 1 p. 100 d'acide phosphorique et est insensible lorsqu'on a seulement le phosphore à calculer.

Mais nous avons cherché à appliquer le même principe au dosage de l'acide phosphorique dans les phosphates riches et dans les superphosphates.

D'après un certain nombre d'essais nous avons reconnu que le coefficient à adopter dans les conditions où nous opérons est de 3.85.

Voici maintenant les expériences que nous avons faites dans le but de comparer le dosage par le molybdate d'ammoniaque avec le dosage par le phosphate ammoniaco-magnésien.

D'abord nous avons pris une solution titrée de phosphate de soude 10 centigr., $0^{gr},1$ d'acide phosphorique.

En opérant la précipitation du phosphate ammoniaco-magnésien selon les règles adoptées généralement pour le dosage de l'acide phosphorique dans les engrais et les phosphates de toute richesse, nous avons trouvé un poids de pyrophosphate de magnésie de $0^{gr},1561$ au lieu de $0^{gr},1563$ que donne le calcul.

Nous avons donc opéré un certain nombre de dosages comparativement avec les deux méthodes et voici les résultats :

	Par le molybdate.	Par le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien.
1° *Phosphates riches.*	—	—
a) Acide phosphorique	23,485	23,42
Phosphate de chaux tribasique	51,27	51,12
b) Acide phosphorique	28,50	28,67
Phosphate de chaux tribasique	62,21	62,58
2° *Superphosphates.*		
Acide phosphorique soluble dans l'eau	10,72	10,62

	Par le molybdate.	Par le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien.
3° *Solutions étendues d'acide phosphorique impur contenant de la silice.*	—	—
a) Acide phosphorique p. 100 cent. cubes.	2,45	2,50
b) — —	1,15	1,11
4° *Superphosphates.*		
Dosage de l'acide phosphorique total soluble dans l'eau et le citrate :		
a)	12,94	13,02
b)	12,67	12,80

Ces chiffres nous permettent de conclure qu'il est possible de doser l'acide phosphorique sous forme de phospho-molybdate d'ammoniaque dans toutes les substances riches ou pauvres en phosphate.

Action de la silice.

D'après les essais que nous avons rapportés, nous pouvons dire que la présence de la silice ne nuit en rien à l'exactitude du procédé au moins dans les proportions où elle se trouve dissoute, c'est pourquoi nous avons essayé une solution d'acide phosphorique impure contenant en dissolution près de 50 p. 100 du poids de l'acide phosphorique renfermé et que nous avons exécuté les dosages dans les phosphates et les superphosphates sans séparer la silice.

Action de l'arsenic.

Les acides sulfuriques du commerce contiennent souvent de l'arsenic, qui à l'état d'acide arsénique est précipité également à l'état d'arsénico-molybdate d'ammoniaque, et d'après lequel nous avons indiqué une méthode très exacte de dosage de l'arsenic dans les minerais et les métaux. Mais cette quantité est relativement minime et ne paraît pas avoir d'influence sur le dosage de l'acide phosphorique.

MM. les directeurs des Stations agronomiques belges ont modifié la méthode d'analyse des superphosphates et ont adopté après deux séances les modifications suivantes :

Extrait du procès-verbal de la réunion annuelle de directeurs des laboratoires agricoles de l'État.

Méthode de convention pour le dosage de l'acide phosphorique « soluble dans l'eau et le citrate d'ammoniaque » dans les engrais.

MM. Crispo, Mercier, de Molinari, Glasmacher, Warsage, Claes et Masson, respectivement directeurs des laboratoires agricoles de l'État à Anvers, Hasselt, Liège, Gand, Mons, Louvain et Gembloux, se sont réunis le 21 février et le 29 mars 1888, sous la présidence de M. Petermann, directeur de la Station agronomique de l'État à Gembloux, délégué de la commission administrative desdits établissements et ont rédigé de commun accord la marche suivante pour le dosage de l'acide phosphorique « soluble dans l'eau et le citrate d'ammoniaque ».

Cette convention modifie celle passée d'abord en 1877 et renouvelée en 1884[1].

La marche adoptée est basée sur le même principe que celle usitée jusqu'à présent, modifiant celle-ci seulement dans les détails opératoires et fournissant d'ailleurs des résultats sensiblement les mêmes que l'ancienne méthode; elle sera indiquée dès maintenant.

2 grammes de superphosphate ordinaire ou 1 gramme de superphosphate riche (titrant au delà de 20 p. 100) sont triturés dans un mortier sous l'eau ; on jette sur un filtre et on continue le lavage jusque environ 200 cent. cubes ; on ajoute au filtrat environ 1 cent. cube d'acide nitrique et le volume de la solution est porté à 250 cent. cubes.

Le filtre et l'insoluble sont introduits directement dans un ballon jaugé de 250 cent. cubes avec 50 cent. cubes de citrate d'ammoniaque alcalin (formule Petermann[2]) ; on met digérer pendant une heure dans un bain-marie dont la température est maintenue de 38 à

1. Voir *Bulletin de la Station agronomique de Gembloux,* n° 33, et *Bulletin du Ministère de l'agriculture,* t. I.

2. Préparation du citrate d'ammoniaque adoptée en 1877 : 500 grammes d'acide citrique sont dissous dans l'ammoniaque concentrée (D = 0,92) jusqu'à réaction neutre. Il faut environ 700 cent. cubes et il est recommandé, pour éviter un trop fort échauffement, de recouvrir au préalable d'eau distillée les cristaux d'acide citrique. On amène la concentration du liquide à la densité de 1,09 à 15 degrés centigr. et alors on ajoute par litre 50 cent. cubes d'ammoniaque concentrée (D = 0,92).

40 degrés centigr. Après refroidissement rapide, on remplit à la marque avec de l'eau distillée.

De cette liqueur filtrée, on prélève 50 cent. cubes auxquels on ajoute 50 cent. cubes de la solution aqueuse ; ce mélange rendu acide est précipité par une quantité suffisante, soit environ 100 cent. cubes de nitro-molybdate d'ammoniaque[1].

Le reste de l'analyse se continue comme pour un dosage ordinaire d'acide phosphorique, soit dissolution du phospho-molybdate dans l'ammoniaque et précipitation par la mixture de magnésie[2].

Pour les engrais composés titrant au-dessous de 10 p. 100 d'acide phosphorique, la prise d'essais est de 4 grammes ; pour ceux dont le titre est supérieur à 10 p. 100, la prise d'essais reste fixée à 2 grammes comme pour les superphosphates ordinaires.

Pour les phosphates précipités, un gramme est traité avec 100 cent. cubes de citrate d'ammoniaque alcalin.

On voit que maintenant tous les superphosphates sont préalablement lavés avant d'être traités par le citrate d'ammoniaque.

De plus, on sait que déjà dans beaucoup de laboratoires particuliers on a appliqué l'acide molybdique pour la séparation de l'acide phosphorique et sa transformation en phosphate ammoniaco-magnésien.

Or, MM. les directeurs des stations agricoles belges ont également appliqué le nitro-molybdate d'ammoniaque pour séparer l'acide phosphorique soluble dans l'eau et le citrate d'ammoniaque.

Nous avons dit dans ce qui précède que le phospho-molybdate d'ammoniaque était soluble dans le citrate et que dans le cas d'un dosage en présence du citrate d'ammoniaque la marche indiquée par nous n'était plus exacte et qu'il fallait détruire le citrate d'ammoniaque par une calcination.

---

1. Préparation du nitro-molybdate d'ammoniaque : 100 grammes d'acide molybdique, 450 grammes d'ammoniaque d'une densité de 0,96, 1 250 grammes d'acide azotique d'une densité de 1,20. On laisse reposer 48 heures et on filtre (convention du 27 janvier 1886).

2. Préparation de la mixture de magnésie : 100 grammes de chlorure de magnésie cristallisé, 200 grammes de chlorure d'ammonium, 400 grammes d'ammoniaque d'une densité de 0,96. On porte le volume à 1 250 cent. cubes avec de l'eau distillée et on filtre après repos (convention du 27 janvier 1886).

Lors de la publication de la méthode de convention pour le dosage de l'acide phosphorique soluble dans l'eau et le citrate adopté par tous les laboratoires agricoles de l'État belge, nous avons répété nos expériences et nous avons conclu comme précédemment que le phospho-molybdate d'ammoniaque était soluble dans le citrate, surtout lorsqu'on chauffait la liqueur seulement à 40 degrés pour éviter la précipitation de l'acide molybdique, tandis *qu'en portant à l'ébullition le phospho-molybdate se précipite complètement même en présence de grandes quantités de citrate d'ammoniaque.*

Voici quelques résultats à l'appui de notre assertion.

On a pris 8 grammes d'un superphosphate riche qu'on a lavé pour former 1 litre après addition de 4 cent. cubes d'acide nitrique pour obtenir la liqueur absolument limpide.

On a dosé directement sur :

	MOYENNE de 2 essais.
50 cent. cubes de liqueur + citrate d'ammoniaque + liqueur magnésienne — acide phosphorique	8,17
Sur 50 cent. cubes + 10 cent. cubes citrate d'ammoniaque + 40 cent. cubes eau + 100 cent. cubes liqueur molybdique et par le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien (*chauffage à 40 degrés seulement*) .	8,02
Sur 50 cent. cubes + 20 cent. cubes citrate + 30 cent. cubes d'eau, le reste comme ci-dessus	7,36
Sur 50 cent. cubes + 30 cent. cubes citrate + 20 cent. cubes d'eau, le reste comme ci-dessus	1,61
Sur 50 cent. cubes de la même liqueur additionnée de 30 cent. cubes de citrate d'ammoniaque + 20 cent. cubes eau + 100 cent. cubes liqueur molybdique et en portant à l'ébullition on a eu : poids du précipité, 0,883, soit acide phosphorique p. 100 d'après le coefficient 0,0375 (nouveau coefficient)	8,27

En dosant sur 50 cent. cubes autres précipités par la liqueur nitro-molybdique à l'ébullition, lavage et reprécipitation à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

Poids du précipité. 0,0514

Soit PhO^5 pour 100 grammes de matières = 8,22.

On conclut donc que l'emploi de la liqueur nitro-molybdique peut être absolument généralisé, même en présence du citrate d'ammoniaque, pour la séparation de l'acide phosphorique et que le

phospho-molybdate d'ammoniaque précipité en présence du citrate d'ammoniaque par l'*ébullition* a une formule plus constante que sans citrate, contraire de ce que l'on obtenait en chauffant à 40 degrés.

Il s'ensuit donc qu'il suffit dans tous les cas de mettre dans le liquide où l'on veut précipiter le phospho-molybdate d'ammoniaque 20 à 30 cent. cubes de citrate d'ammoniaque, *faire bouillir,* filtrer sur filtres tarés, laver et sécher pour peser le phospho-molybdate d'ammoniaque, lequel multiplié par 0 0375 fournit l'acide phosphorique.

Sur le dosage direct de l'acide phosphorique sous forme de phospho-molybdate d'ammoniaque pesé directement.

On a d'abord examiné la solubilité de ce phospho-molybdate. Pour cela on a fait les expériences suivantes :

1° On a pesé $0^{gr},2$ de phospho-molybdate, on a lavé avec 150 cent. cubes d'eau distillée renfermant un centième d'acide azotique pur. Le lavage exécuté à froid n'a donné aucune perte de précipité.

Lorsqu'au contraire on a lavé à l'eau chaude on a eu une perte de $0^{gr},032$ de phospho-molybdate ;

2° On a pesé $0^{gr},2$ de phospho-molybdate qu'on a dissous dans l'ammoniaque, on a refait la précipitation à chaud. On a trouvé après lavage à froid $0^{gr},198$ de phospho-molybdate;

3° On a pris 1 cent. cube de liqueur de phosphate de soude correspondant à $0^{gr},002$ d'acide phosphorique et l'on a ajouté :

	CENTIMÈTRES CUBES.
Citrate d'ammoniaque	30
Eau	20
Eau + 5 cent. cubes d'acide nitrique	50
Liqueur molybdique	50

On a chauffé à l'ébullition et on a pesé $0^{gr},057$ de précipité $\times \frac{3,75}{100} = 0^{gr},0021$ d'acide phosphorique, au lieu de $0^{gr},0021$ employés.

Essais de la méthode.

On a mis 50 cent. cubes d'une solution d'acide phosphorique contenant 0gr,100 d'acide phosphorique, on a ajouté 30 cent. cubes de citrate d'ammoniaque (formule Petermann) + 20 cent. cubes eau + acide azotique 5 cent. cubes + 5 cent. cubes liqueur molybdique.

On a chauffé au bain-marie une demi-heure et on a eu :

	POIDS du précipité.
1er essai	2,672
2e —	2,672
3e —	2,664
	8,608
Moyenne	$2,669 \times \frac{3,75}{100} = 0^{gr},10009$ d'acide phosphorique.

Lorsqu'on met moins de citrate et qu'on chauffe le même temps, on a un précipité plus fort contenant de l'acide molybdique.

Même expérience que ci-dessus avec 10 cent. cubes de citrate n° 4.

Poids du précipité 2,724

On a recommencé lesdites expériences en transformant le précipité en phosphate ammoniaco-magnésien. On a eu :

	ACIDE phosphorique.
N° 5	0,1009
N° 6	0,1010
N° 7	0,1009
N° 8	0,101
N° 9	0,101
N° 10	0,101

Nous avons exécuté encore une série d'essais et nous tenons le coefficient de 0gr,0375 comme exact pour les conditions dans lesquelles on a opéré. Du reste, ce chiffre s'accorde parfaitement avec celui de Boussingault, 3.73, et celui d'Eggertz variant de 3.7 à 3.8.

Dans des superphosphates nous avons trouvé :

1° Par la magnésie	7,20
2° Par le phospho-molybdate transformé en pyrophosphate de magnésie	7,20
3° Par la pesée du précipité de phospho-molybdate d'ammoniaque	7,16

Cependant on peut avoir des erreurs lorsqu'on compare le dosage de l'acide phosphorique par la magnésie obtenue directement. Il arrive en effet que dans certains cas le phosphate ammoniaco-magnésien n'est pas pur malgré le lavage prolongé et toutes les autres conditions remplies.

Ainsi on a dosé dans un superphosphate :

	1	2
1° Par la magnésie	12,44	13,33
2° Par le phospho-molybdate directement précipité et transformé en pyrophosphate de magnésie	12,31	12,58
3° Par la pesée du phospho-molybdate et le coefficient 0,0375	12,48	»
4° En le transformant en phosphate de magnésie	12,26	»

Mais on a repris les précépités de pyrophosphate de magnésie obtenus directement et on a eu :

	1	2
1° Poids du pyrophosphate de magnésie	0,105	0,104
2° Poids de la silice entraînée	0,0015	0,0004
	0,1035	0,1036
3° Poids de la chaux renfermée	0,0078	0,0078
Poids du pyrophosphate de magnésie	0,0957	0,0958
Soit acide phosphorique p. 100	12.25	

Donc on aurait eu en résumé :

1° Par la magnésie directement en tenant compte des impuretés	12,25
2° Par le phospho-molybdate transformé en pyrophosphate de magnésie	12,44
3° Par la pesée directe du phospho-molybdate	12,48
4° Par la pesée du pyrophosphate de magnésie après la précipitation à l'état de phospho-molybdate	12,26
Moyenne générale	12,35

Autres essais.

1° Acide phosphorique soluble dans le citrate dosé par le phospho-molybdate transformé en pyrophosphate de magnésie, laboratoire de l'État belge .	11,06
2° Acide phosphorique soluble dans le citrate dosé par le phospho-molybdate transformé en pyrophosphate de magnésie, laboratoire de l'État belge .	11,26
3° Acide phosphorique soluble dans le citrate dosé par le phospho-molybdate transformé en pyrophosphate de magnésie, laboratoire public.	11,17
Moyenne.	11,16
4° Acide phosphorique soluble dans le citrate dosé par le phospho-molybdate pesé (méthode Pellet)	11,17
5° Acide phosphorique soluble dans le citrate dosé par le phospho-molybdate pesé (méthode Pellet).	11,07
Moyenne	11,12
6° Acide phosphorique soluble dans le citrate dosé par le phospho-molybdate et transformé ensuite en pyrophosphate de magnésie	11,26
7° Acide phosphorique soluble dans le citrate dosé par le phospho-molybdate et transformé ensuite en pyrophosphate de magnésie	10,94
Moyenne	11,10
8° Acide phosphorique total, laboratoire de l'État, phospho-molybdate transformé.	13,18
9° Acide phosphorique total, laboratoire Pellet, phospho-molybdate pesé (Pellet).	13,12
10° — — — — .	13,21
11° — — — et transformé.	13,24
Moyenne	13,16

Pour l'emploi de notre méthode nous résumerons donc les détails :

1° Pour les superphosphates (dosage du soluble dans l'eau et dans le citrate), suivre exactement les conditions indiquées par la note que nous avons donnée sur le dosage de l'acide phosphorique par le citrate d'ammoniaque.

Prélever 50 cent. cubes de la liqueur aqueuse, 50 cent. cubes de la liqueur du citrate, ajouter 20 cent. cubes de citrate d'ammoniaque (formule Petermann), 30 cent. cubes d'eau, neutraliser par l'acide azotique, rendre acide par 5 cent. cubes d'acide nitrique et même 10 à 20 cent. cubes, verser 100 cent. cubes de la liqueur molybdique préparée comme suit :

D'une part,

1° Acide molybdique	50 grammes.
Ammoniaque à 92 degrés.	105 cent. cubes.
Eau	95 —

agiter pour dissoudre l'acide.

D'autre part,

2° Acide azotique pur	460 cent. cubes.
Eau	290 —

Verser la liqueur n° 1 dans la liqueur n° 2, compléter un litre, agiter, laisser déposer, filtrer (on peut, par précaution, chauffer le tout à 40 degrés durant une demi-heure et filtrer ensuite).

Mettre au bain-marie bouillant une demi-heure. Recevoir sur filtres tarés, laver à froid avec de l'eau acidulée d'acide azotique au centième [1], sécher jusqu'à poids constant. Le filtre doit être refroidi sous un exsiccateur, parce que le précipité de phospho-molybdate absorbe l'humidité.

Pour la dessiccation employer l'étuve à eau bouillante qui donne environ 90 à 92 degrés à l'intérieur.

2° Pour les dosages de phosphates quelconques, il suffit de prélever 10, 25 ou 50 cent. cubes de la liqueur, ajouter de l'eau pour compléter 120 cent. cubes, ajouter 30 cent. cubes de citrate d'ammoniaque, neutraliser, si besoin est, la liqueur par l'acide nitrique et continuer comme ci-dessus, ne pas employer d'acide chlorhydrique pour l'attaque des phosphates mais l'acide nitrique.

Lorsque les phosphates contiennent de la silice, on peut doser directement sous forme de phospho-molybdate d'ammoniaque l'acide phosphorique total, la silice ne gêne pas. Cependant il peut y en avoir des traces précipitées avec le phospho-molybdate, mais comme le précipité ne correspond qu'à $0^{gr},0375$ d'acide phosphorique, la différence est nulle.

Si l'on veut alors éviter la présence de la silice, il suffit d'humecter la matière avec de l'acide chlorhydrique, évaporer à sec, reprendre

1. Pour le lavage régulier, on emploie environ 150 cent. cubes de liquide en dehors du volume primitif de liqueur.

par acide nitrique à chaud, etc., et doser comme il est dit ci-dessus.

	EN SÉPARANT la silice.	SANS SÉPARER la silice.
Sur un phosphate Thomas on a eu	17,65	17,53

Observations.

Cette méthode a été suivie depuis plus d'un an dans le laboratoire et donne de très bons résultats.

Il suffit de mettre assez d'acide nitrique après le citrate d'ammoniaque; au lieu de 5 cent. cubes d'acide nitrique, en ajouter 10, 15 et 20 cent. cubes et le reste comme ci-dessus.

Il y a à ajouter également $0^{gr},020$ de phospho-molybdate pour la solubilité dans les conditions où l'on opère, soit $0^{gr},000750$ d'acide phosphorique.

Pour éviter que le filtre ne se déchire après la dessiccation, on peut :

1° Terminer le lavage par de l'eau distillée ordinaire ;

2° Couper le filtre taré extérieur. Il s'ensuit qu'il est très facile de l'enlever du filtre intérieur qui seul reçoit le précipité.

Et de plus si le précipité passe un peu à travers le filtre et qu'on veuille filtrer à nouveau, le précipité ne reste pas dans le filtre extérieur.

Formule de phospho-molybdate d'ammoniaque.

D'après divers essais nous avons conclu que la formule du phospho-molybdate d'ammoniaque serait

$$PhO^5,\quad 3AzH^3,\quad 3HO,\quad 25MoO^3$$

avec les équivalents de 31 pour le phosphore et de 46 pour le molybdène.

Dans ces conditions il y aurait pour 100 grammes de précipité :

		ON A TROUVÉ :
Acide phosphorique.	3.73	3.75
Ammoniaque	2.68 dont azote 2.21	2.28
Eau.	1.42	1.60
Acide molybdique	92.17	
	100.00	

Absorption de l'humidité par le phospho-molybdate d'ammoniaque.

On a pesé un gramme de phospho-molybdate séché à l'étuve et l'on a eu :

Après 10 minutes	le poids était de	. . . . .	1gr,024
— 20 —	—	. . . . .	1 ,031
— 1 heure	—	. . . . .	1 ,039
— 3 heures	—	. . . . .	1 ,039

Toutes ces analyses et essais ont été exécutés avec la collaboration de MM. Treskow et Gravier, chimistes attachés aux laboratoires des sucreries centrales de Wanze.

SUR L'ANALYSE DES PHOSPHATES ET LA FAÇON D'EXPRIMER LES RÉSULTATS

Par Th. Jamieson, professeur de sciences agricoles à l'Université d'Aberdeen.

Introduction.

Ce n'est pas un fait généralement connu des agriculteurs, mais très bien connu des marchands d'engrais plus clairvoyants et peut-être de tous les chimistes agricoles, que les engrais phosphatés ne contiennent pas la proportion de phosphate représentée par les analyses, à *environ* 3 p. 100 près.

Cela résulte des méthodes d'analyses employées par les chimistes, méthodes dont l'inexactitude est reconnue. Pourtant, un chimiste qui s'abstient d'employer de pareilles méthodes, s'aperçoit bientôt qu'il agit contre ses propres intérêts, parce que sa méthode exacte donnant des résultats d'environ 3 p. 100 inférieurs à ceux d'autres chimistes, le marchand d'engrais donne naturellement tout le travail

qu'il a à faire aux chimistes qui fournissent uniformément des résultats élevés.

De là provient une désignation indigne de la science chimique, le terme « *high chemist* », qui indique une profession aussi déshonorante que le commerce des faux poids.

Il ne nous semble pas opportun d'attribuer cette profession à aucune personne ou à aucun endroit ou à aucune série de circonstances. Il suffit de connaître que la profession existe, mais il peut être utile d'indiquer quelles sont les victimes. Incontestablement, ce sont les agriculteurs, excepté dans les cas exceptionnels où le marchand vend d'après des analyses exactes, auquel cas il compense la perte en gagnant du crédit pour moins de phosphate qu'il a eu à payer en engrais importé.

Cela peut aussi rendre service de signaler l'importance du sujet en indiquant d'une façon générale la somme payée en trop (*overpayd*) annuellement aux importateurs ou aux dépositaires d'engrais. Le bureau des rentrées commerciales (*Board of Tradereturns*) indique que l'importation des os seule représente 9 531 350 fr. 3 p. 100 d'erreur dans le phosphate de chaux représentent plus de 500 000 fr. en os seulement. D'autres phosphates représenteraient probablement le double de cette somme.

Appel général.

En demandant en premier lieu aux chimistes engagés dans l'œuvre agricole de faire leur possible pour remédier à cette pratique, c'est avec le sentiment qu'aucun appel n'est réellement nécessaire, mais qu'ils adopteraient de grand cœur des méthodes plus honorables, si le commerce les admettait. Et c'est parce que l'action libre et individuelle des chimistes est entravée, que cet appel est rendu public, afin que ceux qui sont les dernières victimes (fermiers et ceux des marchands d'engrais qui sont honnêtes) puissent soutenir et en vérité exiger cette réforme.

Évidence de la nécessité de la réforme (evidence of the need for change).

Pour assurer l'appui en question, il faut prouver clairement qu'il y a là en réalité un mal auquel on doit porter remède. Je pense que je peux satisfaire cette exigence. C'est seulement parce que j'ai vu accidentellement un exemple frappant, que je m'aventure maintenant à mettre en avant le sujet. Je me serais contenté probablement, de même que d'autres chimistes, de murmures et de la conviction que mes résultats — s'ils me font perdre quelques clients — étaient corrects.

Peut-être une raison pour laquelle des exemples n'ont pas été plus souvent portés à la connaissance du public, est que l'élément d'incertitude intervient souvent. Il peut certainement dans ce cas être mis de côté. L'incertitude habituelle provient d'un échantillonnage probablement mal fait, en d'autres termes — l'état de division d'un engrais peut être si grossier, le mélange peut être si inégal, la condition d'humidité peut être si différente qu'il peut y avoir lieu de mettre en doute la similitude absolue des échantillons analysés par différents chimistes. Ces incertitudes ne peuvent être admises dans l'exemple en question, pour les raisons suivantes :

1° L'état de division était presque aussi fin que celui de la farine de blé.

2° Deux échantillons, envoyés à des dates différentes, ont été analysés par moi et les résultats étaient pratiquement identiques, indiquant ainsi l'uniformité de la composition.

3° L'humidité moyenne atteignait seulement environ 1/2 p. 100, le plus haut résultat étant au-dessous de 1 p. 100.

Le sable était environ 3 p. 100, le plus haut chiffre trouvé étant inférieur à 4.

4° C'était un minéral insoluble (*undissolved*) composé de carbonate calcaire.

La substance fut analysée par six chimistes des mieux connus.

L'engrais n'est pas identifié, le nom des chimistes n'est pas donné, parce que c'eût été mal faire que d'agir ainsi. Il suffira de dire que la liste des chimistes représente assez en vérité, sous ce rapport

toutes les conditions désirables pour indiquer le caractère général des analyses d'engrais dans le royaume.

Le chimiste n° 1 a trouvé 10.80 d'anhydride phosphorique.

—	n° 2	—	10.69	—	—
—	n° 3	—	10.30	—	—
—	n° 4	—	9.58	—	—
—	n° 5	—	9.18	—	—
—	n° 6	—	8.62	—	—

Étant donnée cette liste, sur un échantillon des mêmes engrais un 7e chimiste a trouvé 7.50 d'anhydride phosphorique.

On verra que le résultat le plus faible est 1.12 p. 100, au-dessous du premier cité plus haut et pas moins que 3.30 p. 100 plus faible que le résultat le plus élevé, une différence égale à 7.20 p. 100 de phosphate de chaux.

Sans doute plusieurs analystes ont eu une expérience semblable avec une extension plus grande ou plus faible et ont à supporter avec patience une erreur triomphante et le reproche que les marchands adressent naturellement à l'occasion d'un résultat exceptionnellement bas.

Il peut être opportun de donner ici quelques détails pour démontrer encore mieux l'identité des échantillons.

Mon résultat fut naturellement jugé d'une façon peu satisfaisante par les marchands, qui éprouvaient, pour citer leurs paroles, « un peu d'hésitation, en disant qu'il y avait eu quelque méprise soit *dans l'engrais* transmis, soit dans votre essai. Vous avez analysé identiquement la même matière que les autres chimistes. » Et dans une autre lettre : « l'échantillon que vous avez donné provenait du même grand échantillon, des parties de celui-ci ont été envoyées aux cinq (six ?) autres chimistes. Il doit y avoir une méprise quelque part et nous vous envoyons, en conséquence aujourd'hui un nouvel échantillon frais (*fresh*), tiré de la même portion (*parcel*) dont nous serions heureux d'avoir votre analyse. »

Le résultat de l'analyse de ce nouvel échantillon fut pratiquement identique avec le précédent : 7.68 d'anhydride phosphorique. La proportion calculée d'après la chaux dans le premier échantillon était 6.86 ; dans le second 6.84.

Difficulté d'obtenir des décisions satisfaisantes.

Étant tenu compte du caractère de l'engrais, des analyses faites et des autres circonstances déjà établies, il me semble qu'il serait imprudent de ne pas tirer avantage de l'occasion propice fournie d'attirer l'attention sur le sujet de l'essai des phosphates.

L'échantillon est resté sans qu'on y touche dans mon laboratoire pendant un petit nombre de jours, à une place sèche et dans son emballage d'origine. Les chimistes comprendront tout de suite que, étant donnée la nature de la substance, il ne pouvait y avoir eu aucune altération concevable. C'est pourquoi, en présence de mon assistant, j'ai divisé l'échantillon en trois parties ; je les ai placées dans des bouteilles bouchées que j'ai scellées, et j'ai proposé aux marchands de leur envoyer une partie, d'en garder une et d'envoyer la troisième au professeur Church, comme arbitre.

[La pratique de l'envoi des échantillons d'arbitre aux chimistes, très usitée dans le commerce et connue sous le nom de « *high* », est évidemment absurde. Le professeur Church étant dans une autre situation, bien connu dans le cercle de la science chimique, auteur d'un ouvrage excellent de chimie agricole, et connu pour être laborieux, son nom (ce dont je me trouvai satisfait) fut accepté avec satisfaction.]

Je risquai pratiquement ma réputation : le résultat pouvant s'accorder avec le mien, ou être au-dessous du mien, ou être proche du mien, en proposant aux marchands d'agir conjointement en envoyant un échantillon à l'arbitre, en payant les honoraires d'une analyse spéciale, et en se servant du résultat pour aider, pour amener à un système d'analyses plus satisfaisant. Les marchands eurent connaissance de cela tout d'abord lors de mon objection à leur proposition, qui consistait à envoyer l'échantillon à deux chimistes bien connus plutôt qu'au professeur Church. Je fis l'objection très évidente que ces chimistes faisaient partie des sept chimistes dont les résultats étaient à juger et ne pouvaient être leurs propres juges. Les marchands renouvelèrent ensuite leur acquiescement à ma proposition, mais définitivement se retirèrent pour la raison que c'était « l'échan-

tillon sur lequel j'avais déjà opéré qu'on proposait d'envoyer au professeur Church » et disaient que je devais, pour ma satisfaction personnelle, avoir les analyses du professeur Church et qu'ils voulaient avoir un recours contre un de leurs six précédents chimistes.

Ces détails ont pris place ici, afin de montrer les obstacles qui se trouvent sur le chemin d'un chimiste poursuivant seul un pareil cas et le soin nécessaire pour empêcher l'obscurité de devenir plus grande et mettre fin à une solution douteuse, etc.

Décision de l'arbitre.

Les résultats du professeur Church arrivèrent en temps convenable et furent les suivants :

« La moyenne des six déterminations a donné 8.06 comme taux pour cent d'acide phosphorique dans cet engrais ; la différence extrême entre deux de ces déterminations a été 0.31 p. 100 de PhO^5 (acide phosphorique).

« A. H. Church. »

Il n'y a pas besoin d'indiquer que le résultat du professeur Church était ainsi pratiquement identique au mien : 8.06 avec différence entre les extrêmes de 0.31, en comparaison avec 7.68, ou une différence en moyenne de 0.38 p. 100.

Le résultat du professeur Church étant adopté, il y avait donc une différence avec l'autre extrême qui n'était pas moindre que 2.74 d'acide phosphorique anhydre, égale à 6 p. 100 de phosphate de chaux, ou plus d'un tiers du phosphate total présent.

J'ai pris la peine d'entrer dans les détails, pour que les fermiers et les marchands d'engrais puissent voir que les chimistes savent déjà, *en règle,* que des méthodes impropres sont employées dans l'analyse des phosphates.

Remèdes proposés à l'examen des chimistes.

Après beaucoup de réflexions, je me risque à proposer :

1° Méthodes uniformes d'analyses connues pour donner des résul-

tats strictement sûrs : le procédé au molybdate, contrôlé et confirmé par le procédé à l'urane.

2° Méthodes uniformes d'exprimer les résultats : le taux pour cent de l'élément Phosphore sous les trois formes de :

1. Phosphate soluble de chaux ;
2. Phosphate insoluble de chaux ;
3. Phosphates de fer et d'alumine.

3° Référence au besoin à un chimiste compétent, dont des engagements ne doivent pas exclure l'exécution d'analyses personnelles, qui fixera le nombre d'estimations faites, les méthodes employées et la variation extrême.

Il n'est besoin d'aucune explication ou recommandation du procédé au molybdate ; il est bien connu et on admet généralement qu'il donne des résultats exacts. Je rappellerai seulement que les objections du prix qu'il coûte et du temps qu'il nécessite, si elles ont été considérées comme sérieuses, peuvent être *évitées,* la première par la *régénération* des résidus, la dernière par la modification proposée par Hehner, qui, avec les précautions qu'il a indiquées (*Analyst,* January 1879), donne des résultats rigoureusement concordants.

La méthode par l'urane, quand l'opérateur est bien familiarisé avec elle, est aussi sûre que le procédé au molybdate et a l'avantage, quand il s'agit d'engrais, de nécessiter l'estimation séparée des phosphates de fer et d'alumine (par l'addition à la solution concentrée (*strong*) d'un faible excès d'ammoniaque, puis d'un faible excès déterminé d'acide acétique, filtration et estimation du phosphate dans la liqueur filtrée par l'urane et dans le résidu par le molybdate). *Il semble qu'on puisse affirmer* que les phosphates de fer et d'alumine sont d'un usage pratique comme engrais. De nombreuses expériences faites sur champs et des expériences sous verre conduisent à cette conclusion, et probablement seront généralement admises ; mais au moins il sera reconnu par tous que l'action de ces phosphates sur les plantes est inférieure à celle du phosphate de chaux et par conséquent la proportion de ces formes doit être établie.

Comme expression, ma proposition (n° 2) peut sembler formuler un grand changement sans nécessité, mais ceux qui ont

une plus grande connaissance des analyses d'engrais comprennent l'ambiguïté du terme phosphate de chaux et aussi acide phosphorique. Et quoique chaque année témoigne d'un accroissement du nombre des fermiers et des marchands qui peuvent comprendre une analyse relatée en termes clairs, leur connaissance n'est pas assez sûre pour les prémunir contre une confusion des différents termes et figures exprimant précisément la même chose. Aussi, une comparaison entre les différents engrais devient pratiquement impossible aux acheteurs. Pour établir la valeur du phosphate dans des termes exprimant l'élément essentiel, le phosphore, on doit s'efforcer d'atteindre la plus grande simplicité possible, et il y a là un autre avantage en ce sens que par le facteur simple 5 la quantité est convertie en l'autre extrême de phosphate de chaux.

C'est pourquoi j'ai proposé la méthode dont je donne ci-après l'exemple :

Phosphore (comme phosphate de chaux soluble).	5.51	= 30.0 phosphate de chaux
— (— — insoluble).	0.49	
— (comme phosphate de fer et d'alumine).	0.61	

Bien que le phosphore soit ici pris en considération, on peut dire, en passant, que le même plan peut, avec bénéfice, être admis pour l'azote, la potasse et les autres éléments essentiels des aliments des plantes.

Aussi bien qu'à l'arbitre, un mode tel qu'il a été proposé, semble absolument nécessaire. La méthode présente n'est donc pas ridicule.

Appel aux fermiers.

Les fermiers sont priés d'aider à corriger le mauvais système pour la meilleure des raisons — c'est qu'ils sont les réelles victimes. La façon dont ils peuvent y aider individuellement est :

1° De demander chacun à leur marchand d'engrais d'établir le pour-cent garanti de phosphore présent sous forme de phosphate de chaux (soluble ou insoluble) ;

2° D'envoyer l'engrais pour l'analyser à un chimiste connu pour employer la méthode précédemment indiquée.

A l'époque où cet écrit est arrivé à la généralité des fermiers, il a été vu par plusieurs chimistes et une liste des chimistes qui ont acquiescé à ces propositions a été annexée.

Appel aux marchands d'engrais.

Les marchands d'engrais peuvent grandement aider à l'accomplissement de cette réforme. Ils ont seulement à donner des instructions à leur chimiste.

Pour analyser l'engrais par les méthodes du molybdate et de l'urane et classer les phosphates au point de vue du phosphore sous trois formes savoir: (1) phosphate de chaux soluble, (2) phosphate de chaux insoluble et (3) phosphates de fer et d'alumine ;

Ou, si, ainsi qu'on l'espère, la méthode reçoit l'approbation de l'*Institute of Chemistry,* le marchand aurait simplement à informer que l'engrais a été analysé et que l'analyse a été formulée, conformément à la recommandation de l'Institut chimique, ou brièvement, la méthode I. C.

Je fais appel avec confiance aux marchands d'engrais, parce que mes relations avec eux m'assurent que la majorité d'entre eux désire avoir des méthodes d'analyses certaines et s'ils ont à payer (comme probablement ils auront souvent à le faire à présent) pour une analyse plus faible (*lower*), ils ne perdront, lorsqu'à présent ils ne réalisent aucun bénéfice quelconque parce que, régulièrement, ils achètent et vendent à la fois d'après une analyse élevée (*high*).

Les seules victimes seront les importateurs ou les dépositaires d'origine, et comme ils ont déjà eu un bénéfice excessif — et ouvertement sans doute inconsciemment, — ils ne peuvent et ne peuvent probablement pas opposer quelques objections.

Il a déjà été dit qu'il n'est pas nécessaire de faire appel aux chimistes, excepté pour ceux qui jouissent d'un monopole d'analyses d'engrais, mais les chimistes sont priés de faire connaître leur acquiescement aux propositions faites, dans le but de publier une liste des chimistes auxquels les fermiers peuvent envoyer en toute confiance leurs engrais à analyser, et de faire aussi ce qui est en leur pouvoir pour accomplir un système plus satisfaisant.

Pour conclure, cela ne peut arriver sans qu'on ne soit obligé de faire une démarche dans la direction indiquée; incontestablement, il n'y a pas d'autres *moyens qui puissent avoir de l'effet.*

APPENDICE.

Suivant l'exposé établi dans les conclusions des paragraphes précédents, on doit donner la liste des noms des chimistes pour permettre aux fermiers et aux marchands de mener à bien le changement désiré.

Tous les chimistes agricoles ont, comme on le pense, reçu communication de cette proposition, et il est à espérer qu'aucune omission n'a été faite.

L'agriculture, pourtant, n'a pas eu beaucoup de chimistes comme adeptes et le petit nombre est fort réduit, quand cinq chimistes qui ont analysé l'engrais dont il est question dans cette publication sont omis, ce qui peut être fait, comme ils n'ont pas répondu à l'appel. Il doit être rappelé que plusieurs chimistes — notamment ceux des centres importants — ont tant de liens avec le commerce qu'ils ne sont pas en situation de sortir de la ligne habituelle.

Un mouvement, comme celui-ci, pourtant, doit dépendre des fermiers, des marchands d'engrais et des chimistes agricoles convenables (*proper*) plutôt que des importateurs et de leurs chimistes. Ce qui est à désirer en premier lieu, c'est la protection des premiers hommes de nos instituts d'éducation agricoles et au-dessus de tout l'approbation et le soutien pratique des chimistes bien connus dans la science agricole, y compris spécialement ceux qui sont indépendants du commerce et dont les œuvres témoignent de la connaissance la plus élevée des méthodes analytiques.

La motion a rencontré la cordiale sympathie ou le concours des gentlemen suivants, qui pourtant, ne font pas d'analyses agricoles.

Prof. Tanner, examinateur sous le gouvernement du département de la science.

Prof. Wrightson, principal du Collège agricole de Downton.

Prof. Scott, Collège royal d'agriculture, Cirencester.
Prof. Dittmar, Glasgow.
M. Spiller, London.

La liste de la page suivante, entièrement satisfaisante, enlèvera toute difficulté pour mener à bien les propositions.

Le professeur Kirsch, en adhérant aux propositions, réserve le droit de jugement sur le procéde usité et la façon d'établir les résultats. De même, M. Kingzett ne voudrait pas fixer au chimiste un procédé, mais lui demande d'établir quel procédé il emploie. Il peut être dit en toute sûreté que ces réserves ont été faites tacitement par tous les chimistes dont la liste suivante renferme les noms, — c'est-à-dire que nous ne pouvons pas imposer nous-mêmes une ligne absolue ; quand, dans des cas spéciaux, d'autres ou de meilleurs modes peuvent être adoptés, on devra sans servir, — sans porter atteinte à la *conception* que la procédure en général sera celle proposée maintenant.

En ce qui concerne l'expression des résultats des analyses dans les termes de « phosphore » en place d'anhydride phosphorique, phosphate de chaux, etc., on devait pleinement s'attendre à des dissentiments de plusieurs au sujet de cette proposition, mais il est satisfaisant de trouver un assentiment général (exception faite du professeur Munro et il est disposé à l'adopter s'il y a une majorité favorable) ; plusieurs, d'abord en dissentiment et hésitants, après une considération plus approfondie, consentent à changer *d'avis*.

Les chimistes suivants approuvent les propositions contenues dans cette publication et sont disposés à faire des analyses d'après les principes qui y sont indiqués.

Les engrais doivent être envoyés avec prière qu'ils soient analysés et que les résultats soient relatés suivant les méthodes par le molybdate et l'urane et comptés comme phosphore.

London, Prof. Church, F. I. C., Royston House, Kew. (auteur du *Laboratory Guide for Agricultural Students*).
— Otto Hehner, F. I. C., 11, Billiter Square, E. C.
— C. T. Kingzett, F. I. C., 17, Lansdowne Rd., Tottenham, N. (auteur de *Animal Chemistry*).

Norwich, Frs. Sutton, F. I. C., London Street (auteur de *Volumetric Analysis*).
Cirencester, Prof. Kinch, F. I. C., Royal College of Agriculture.
—Prof. Prevost, F. I. C., Royal College of Agriculture.
Salisbury, Prof. Munro, F. I. C., College of Agriculture, Downton.
Liverpool, A. M. Graham, F. I. C., 3, Union Chambers, Union St.
— Dr J. Campbell Brown, F. I. C., University College.
Leeds, Thomas Fairley, F. I. C., 16, East Parade.
Dublin, Dr Cameron, F. I. C., 15, Pembroke Road (Royal Agricultural Society).
Glasgow, R. Tatlock, F. I. C., 138, Bath Street.
— Dr Milne, F. I. C., 180, West Regent Street.
Aberdeen, T. Jamieson, F. I. C., 140, Union Street.

Dans les cas où un arbitrage est demandé, il n'est pas tout à fait satisfaisant d'avoir un règlement établi d'après la décision d'un mode d'analyse très souvent employé par le commerce des engrais. On conseille d'en référer, pour de pareils cas, au professeur Church, Royston House, Kew, London.

L'analyse des phosphates et la méthode d'exprimer les résultats.

La brochure qui accompagne cette note, intitulée: « *On the analysis of phosphates* », concerne seulement les méthodes adoptées en Angleterre.

Cette brochure, écrite en 1882, constitue un appel à tous ceux qui sont intéressés à favoriser l'adoption d'une méthode uniforme pour analyser les phosphates et exprimer les résultats de l'analyse.

L'appel contient des démonstrations évidentes et concluantes de la nécessité d'un changement et montre aussi qu'il a reçu l'adhésion de chimistes agricoles et autres, assez nombreux pour assurer le succès si un tel appel pouvait arriver à ce but.

Mais il faut plus de persuasion. Pour obtenir un effet pratique, on croit qu'une méthode doit être émise avec une certaine autorité, — le résultat d'une discussion compétente — une voix telle, nous n'en avons pas jusqu'ici encore possédé en Angleterre, mais nous pour-

rions la trouver maintenant peut-être dans l'établissement de l' « Institute of chemistry of Great-Britain » (L'Institut de chimie de la Grande-Bretagne).

Il semble donc que le présent est un heureux moment où les chimistes de plusieurs pays, en Congrès international à Paris et qui sont plus avancés sur cette question, pourraient aider les chimistes d'Angleterre à arriver au même point, et probablement à arriver à une méthode internationale.

Je ne pense pas que le Congrès international doive indiquer une méthode, mais qu'il prie l' « Institute of Chemistry » de prendre en considération la question.

L' « Institute » est justement prêt pour cette considération ; il a été récemment constitué, et vient d'arriver à un point où il peut entreprendre des travaux utiles. Le président a indiqué spécialement à la dernière réunion que les méthodes d'analyses étaient un sujet naturel d'études à entreprendre pour l' « Institute ».

H. Jamieson,
Professeur des sciences agricoles,
Université d'Aberdeen.

ESSAIS SUR L'ASSIMILABILITÉ DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE DES SCORIES DE DÉPHOSPHORATION[1]

Par A. Petermann, directeur de la Station agronomique de l'État à Gembloux, membre du Conseil supérieur de l'Agriculture.

Dès 1883 et 1884[2], nous avons fixé l'attention de l'agriculture et de l'industrie sur les avantages que peut présenter l'utilisation des scories de déphosphoration. Ce déchet industriel renferme, comme

1. Présenté à l'Académie royale des sciences, dans sa séance du 30 juin 1888.
2. *Bulletin de la Station agronomique de l'État,* nos 30, 34 et 37.

on sait, à l'état de phosphate, la presque totalité du phosphore contenu dans les minerais de fer.

Les scories de déphosphoration, appelées aussi « phosphate basique », « scories Thomas-Gilchrist » et « scories-phosphate », ont rapidement conquis la faveur de la culture, surtout depuis que les producteurs apportent des soins de plus en plus grands à la mouture de l'engrais. Des expériences ont, en effet, démontré que le résultat obtenu à l'aide de ce phosphate dépend à un haut degré de la finesse de son grain et que l'on doit considérer comme étant de bonne qualité un produit qui laisse passer 75 p. 100 de poudre fine à travers un tamis à mailles de $0^{mm},17$.

Les premiers conseils que nous avons donnés, il y a quelques années déjà, sur l'emploi des scories, alors que nous ne possédions pas d'expériences de culture, étaient uniquement basés sur la composition chimique du produit.

Les publications de MM. Wagner, Maercker, Fleischer, Grandeau et autres ont jeté depuis une vive lumière sur la question. Aujourd'hui, l'usage de ce déchet industriel se répand de plus en plus dans la pratique, et les énormes tas qu'il formait près des usines à fer sont sérieusement attaqués.

Il n'existe plus le moindre doute sur la parfaite assimilation de l'acide phosphorique des scories de déphosphoration par les plantes à longue végétation, telles que le trèfle, l'herbe de prairie et les céréales d'hiver, lorsqu'il y a dans le sol ou qu'on lui associe une proportion suffisante des autres éléments nutritifs essentiels : l'azote et la potasse.

Deux points méritaient cependant encore de nouvelles recherches :

1° La durée relativement courte de la végétation des céréales de mars est-elle suffisante pour l'assimilation de l'acide phosphorique des scories, ou, en d'autres termes, le superphosphate de chaux peut-il être remplacé par les scories, même dans les cultures d'été ?

2° L'effet produit par les scories Thomas doit-il être attribué entièrement à l'acide phosphorique, ou n'est-il pas dû exclusivement, ou au moins partiellement, à la chaux libre qu'elles renferment ?

Deux faits venaient, en effet, fortement à l'appui de la dernière hypothèse. D'une part, on avait fréquemment remarqué que la nouvelle matière fertilisante agissait tout particulièrement dans des sols pauvres en chaux. D'autre part, ne sachant comment expliquer l'action d'un phosphate calciné à près de 2 000 degrés, température qui rend impossible l'existence de phosphate de fer, d'alumine, de chaux à l'état hydraté, combinaisons reconnues comme facilement assimilables par les plantes, on attribuait volontiers à la présence de la chaux libre une des principales causes de l'effet fertilisant de la scorie. La découverte, par MM. Stutzer et Hiligenstok, de l'existence dans les cavités de la scorie, d'un phosphate spécial à l'état cristallisé, que ces chimistes considèrent comme un « tétraphosphate », n'était pas encore faite[1]. Cette constatation a pris une très grande importance depuis que Otto[2] a montré que, non seulement les cristaux, mais aussi la masse même dans laquelle ces cristaux se sont formés renferme ce phosphate spécial et que cette combinaison est

---

1. Nous possédons des cristaux de ce phosphate très purs et bien formés, blancs, aiblement teintés en jaune, extraits de la scorie dont la composition, d'après une analyse faite par M. de Marneffe, préparateur-chimiste à la Station agronomique, correspond très bien au rapport de 4 CaO : P_2O_5.

	CALCULÉ. — P. 100.	RAPPORT entre la chaux et l'acide phosphorique. —	TROUVÉ. —	RAPPORT entre la chaux et l'acide phosphorique. —
4 CaO	61.20	1 : 1.577	60.67	1 . 1.578
P_2O_5	38.80		38.44	
			0.89 (Traces de fer et de silice et perte).	
			100.00	

Nous faisons cependant remarquer que le rapport de 4 molécules d'oxyde de calcium pour 1 molécule d'acide phosphorique ne justifie pas à nos yeux la qualification de « tétraphosphate de calcium ». Elle est en effet en contradiction formelle avec la composition de l'acide orthophosphorique et de tous les orthophosphates connus. Il semble établi que l'acide orthophosphorique est *tribasique* et il convient, par conséquent, de considérer les cristaux en question comme formés d'une molécule d'orthophosphate de calcium combinée à une molécule d'oxyde de calcium, ce qui est conforme à l'existence d'un grand nombre de composés calciques qui s'unissent à l'oxyde calcique, donnant ainsi naissance à des combinaisons basiques.

2. *Chemiker Zeitung,* n° 11.

caractérisée par une très grande solubilité dans l'eau chargée d'acide carbonique et dans les acides organiques.

Pour élucider particulièrement les deux questions posées plus haut, nous avions déjà, en 1886, installé un grand nombre d'essais comparatifs en pots avec l'orge Chevalier. Mais, malheureusement, ils ont été perdus, les épis ayant été ravagés par une mouchette, la *Cecydomia tritici* (mouche de Hesse). A en juger d'après le poids de la substance organique totale produite, le phosphate basique, associé au nitrate et au chlorure de potassium, avait déterminé une augmentation sensible de la récolte, comparativement aux bocaux n'ayant reçu que de l'azote et de la potasse.

Nous avons renouvelé nos recherches sur ce sujet en 1887, et c'est le compte rendu de ces expériences [1] que nous avons l'honneur de présenter au congrès.

Les essais ont été exécutés en bocaux dans la serre. Dans nos recherches antérieures sur la valeur relative de divers phosphates, que l'Académie a bien voulu publier [2], nous avons exposé, avec tous les détails qu'elle comporte, la méthode expérimentale que nous suivons dans des essais de cette nature, et nous y avons donné la description de la serre, des bocaux, du mode d'arrosage, etc. Nous nous bornons donc aux renseignements concernant particulièrement les recherches de 1887.

Plan des essais. — La disposition des expériences résulte des tableaux suivants ; les carrés représentent les 48 bocaux avec leurs numéros respectifs.

---

1. Ces recherches ont été faites avec le concours dévoué et intelligent de M. Graftiau, chef des travaux chimiques à la Station agronomique de Gembloux.

2. *Mémoires couronnés et autres publications de l'Académie royale de Belgique,* 1878.

Ire SÉRIE. Sol sablo-argileux.		Froment d'été.	IIe SÉRIE. Sol sablonneux.	
1	2	Sans engrais.	1′	2′
3	4	Nitrate de soude + chlorure de potassium. (Azote + potasse.)	3′	4′
5	6	Nitrate de soude + chlorure de potassium + superphosphate. (Azote + potasse + acide phosphorique.)	5′	6′
7	8	Nitrate de soude + chlorure de potassium + scories non lavées. (Azote + potasse + acide phosphorique + chaux.)	7′	8′
9	10	Nitrate de soude + chlorure de potassium + chaux. (Azote + potasse + chaux.)	9′	10′
11	12	Nitrate de soude + chlorure de potassium + scories lavées. (Azote + potasse + acide phosphorique sans chaux.)	11′	12′
		Avoine d'été.		
13	14	Sans engrais.	13′	14′
15	16	Nitrate de soude + chlorure de potassium. (Azote + potasse.)	15′	16′
17	18	Nitrate de soude + chlorure de potassium + superphosphate. (Azote + potasse + acide phosphorique.)	17′	18′
19	20	Nitrate de soude + chlorure de potassium + scories non lavées. (Azote + potasse + acide phosphorique + chaux.)	19′	20′
21	22	Nitrate de soude + chlorure de potassium + chaux. (Azote + potasse + chaux.)	21′	22′
23	24	Nitrate de soude + chlorure de potassium + scories lavées. (Azote + potasse + acide phosphorique, sans chaux.)	23′	24′

Sol.

La partie fine (passant à travers un tamis dont les mailles ont 0mm,5 d'ouverture) du sol sablo-argileux et du sol sablonneux ayant servi à nos expériences présentait la composition suivante :

	SOL	
	sablo-argileux.	sablonneux.
Eau (150 degrés centigr.)	20.22	9.80
Matières organiques	26.12	6.00
Oxyde de fer et alumine	17.74	4.48
Chaux	2.37	1.55
Magnésie	1.69	0.25
Soude	0.23	0.11
Potasse	0.76	0.15
Acide phosphorique	0.65 [1]	0.10
— sulfurique	0.26	0.01
— carbonique	0.56	Point
— silicique	0.30	0.11
Insoluble à froid dans l'acide chlorhydrique concentré	929.10	977.14
	1 000.00	1 000.00
Azote organique	0.204	0.16
— ammoniacal	0.069	Point
— nitrique	0.026	Point
Azote total	0.299	0.16

On remarquera tout particulièrement que les deux sols sont pauvres en chaux et que le sol sablonneux est presque exempt d'acide phosphorique.

Engrais.

Les bocaux contenant 4 kilogr. de terre ont reçu comme fumure principale :

1. Plus de 90 p. 100 de l'acide phosphorique contenu dans ce sol sont engagés dans des combinaisons que l'on doit considérer comme favorables à la nutrition végétale ; du moins le citrate d'ammoniaque dissout de cette terre presque autant d'acide phosphorique que l'acide chlorhydrique.

1gr,599 de nitrate de soude (à 15.63 p. 100) = 0gr,25 d'azote nitrique.

0gr,400 de chlorure de potassium (à 50.02 p. 100) = 0gr,20 de potasse anhydre.

Il a été ajouté aux bocaux 5, 6, 5′, 6′, 17, 18, 17′, 18′, 2gr,246 de superphosphate (à 13.36 p. 100) = 0gr,30 d'acide phosphorique anhydre soluble dans l'eau et le citrate d'ammoniaque alcalin.

Cette même dose d'acide phosphorique a été appliquée aux bocaux 7, 8, 7′, 8′, 19, 20, 19′, 20′, mais ici sous forme de scories de déphosphoration (1gr,371) qui, outre le silicate de chaux, les oxydes de fer et de manganèse, renfermaient :

	P. 100
Acide phosphorique anhydre soluble dans le citrate d'ammoniaque alcalin . .	2.62
— — dans l'acide chlorhydrique	19.26
— — total	21.88

Les scories étaient finement moulues : 80.8 p. 100 passaient à travers le tamis à mailles de 0mm,17 de côté ; elles renfermaient :

	P. 100.
Chaux soluble dans l'eau distillée sucrée, exempte d'acide carbonique (chaux libre)	7.04
Chaux soluble dans l'acide chlorhydrique (chaux combinée).	35.25
Chaux totale	42.29

La scorie expérimentée était exempte de carbonate de chaux.

Pour l'étude du rôle de la chaux libre contenue dans les scories, huit bocaux, 9, 10, 9′, 10′, 21, 22, 21′, 22′, ont reçu, outre l'azote et la potasse, 1gr,371 de scories exemptes de chaux et renfermant 0gr,30 d'acide phosphorique.

L'épuisement complet de la scorie à l'aide d'eau distillée sucrée a été effectué sur un filtre ne laissant que 0gr,0008 de cendres. Après dessiccation, le phosphate lavé a été détaché, le filtre brûlé, et les cendres comprenant la matière adhérant au papier ont été mélangées à la partie détachée.

On a essayé fréquemment au molybdate d'ammoniaque le liquide de lavage, et jamais la moindre trace d'acide phosphorique n'a pu être constatée.

Les bocaux 11, 12, 11′, 12′, 23, 24, 23′, 24′, ont reçu, après l'application de la fumure azotée et potassique, $0^{gr},0965$ de chaux chimiquement pure, provenant de la calcination du carbonate de chaux, dose égale à celle contenue à l'état libre dans $1^{gr},371$ de scories.

Notes de culture.

Les engrais ont été appliqués le 11 mars à la surface des bocaux et enterrés au moyen d'une spatule jusqu'à 15 centimètres de profondeur. — 12 mars : on sème par bocal 12 grains de froment de mars ou d'avoine noire préalablement trempés pendant douze heures dans l'eau distillée à la température ordinaire.

Chaque bocal reçoit un arrosage de 200 cent. cubes d'eau de pluie. 28 mars : commencement de la levée dans les pots sans engrais de la série sable. — 29 mars : *idem* dans la série argile. — 30 mars : levée générale. — 12 avril : des douze plantes par pot, on en supprime six, laissant les six plus vigoureuses. — 26 avril : le froment talle fortement, l'avoine peu. — 1er mai : série argile beaucoup plus vigoureuse que série sable, point de différence entre les pots différemment traités. La différence est au contraire très sensible dans la série sable en faveur des pots fumés ; ceux qui n'ont pas reçu d'engrais donnent des plantes très petites, faibles et d'un vert mat jaunâtre. — 17 mai : les tiges commencent à monter ; les différences signalées s'accentuent de plus en plus. — 10 juin : épiage. — 13 juin : floraison de la série sable. — 15 juin : floraison de la série argile. — 1er juillet : le froment jaunit. — 7 juillet : l'avoine jaunit. De fortes chaleurs avancent la maturation ; on cesse les arrosages le 13 juillet. — 30 juillet : récolte.

Les bocaux à argile ont reçu 62 arrosages à 200 cent. cubes = $12^{l},400$; ceux à sable, 41 arrosages à 200 cent. cubes = $8^{l},200$.

Tous les renseignements se rapportant à la récolte se trouvent classés dans les tableaux suivants :

Froment d'été.

SOL SABLO-ARGILEUX.	NOMBRE des épis.	RÉCOLTE totale.	PAILLE et balles.	GRAINS.
		Gr.	Gr.	Gr.
1. Sans engrais	6	11,32	7,39	3,93
2. Id.	6	10,85	6,95	3,90
Moyenne	6	11,09	7,17	3,92
3. Nitrate de soude + chlorure de potassium .	15	41,57	28,08	13,49
4. Id.	17	39,65	26,59	13,06
Moyenne	16	40,61	27,34	13,28
5. Nitrate de soude + chlorure de potassium + superphosphate	18	53,84	37,22	16,62
6. Id.	16	52,08	35,40	16,68
Moyenne	17	52,96	36,31	16,65
7. Nitrate de soude + chlorure de potassium + scories non lavées	19	56,73	39,72	17,01
8. Id.	18	50,13	34,09	16,07
Moyenne	18,5	53,43	36,91	16,54
9. Nitrate de soude + chlorure de potassium + chaux	16	40,79	27,04	13,75
10. Id.	17	39,02	25,82	13,20
Moyenne	16,5	39,91	26,43	13,48
11. Nitrate de soude + chlorure de potassium + scories lavées	19	43,25	27,33	15,92
12. Id.	17	44,27	28,15	16,12
Moyenne	18	43,76	27,74	16,02

Avoine.

SOL SABLO-ARGILEUX.	NOMBRE des panicules.	RÉCOLTE totale.	PAILLE et balles.	GRAINS.
		Gr.	Gr.	Gr.
13. Sans engrais	6	13,95	9,63	4,32
14. Id.	6	12,85	8,73	4,10
Moyenne	6	13,40	9,18	4,21
15. Nitrate de soude + chlorure de potassium .	10	51,44	38,58	12,86
16. Id.	10	45,60	33,40	12,20
Moyenne	10	48,52	35,99	12,53
17. Nitrate de soude + chlorure de potassium + superphosphate	11	63,40	45,65	17,75
18. Id.	13	64,00	46,00	18,00
Moyenne	12	63,70	45,83	17,88
19. Nitrate de soude + chlorure de potassium + scories non lavées	10	61,02	43,12	17,90
20. Id.	11	58,60	41,70	16,90
Moyenne	10,5	59,81	42,41	17,40
21. Nitrate de soude + chlorure de potassium + chaux	10	50,31	37,85	12,46
22. Id.	9	52,72	39,99	12,73
Moyenne	9,5	51,52	38,92	12,60
23. Nitrate de soude + chlorure de potassium + scories lavées	10	61,47	43,42	17,05
24. Id.	11	63,88	46,26	17,62
Moyenne	10,5	62,68	44,84	17,34

Froment d'été.

SOL SABLONNEUX.	NOMBRE des épis.	RÉCOLTE totale.	PAILLE et balles.	GRAINS.
		Gr.	Gr.	Gr.
1'. Sans engrais	6	4,17	2,61	1,67
2'. Id.	6	4,51	2,70	1,70
Moyenne	6	4,34	2,66	1,69
3'. Nitrate de soude + chlorure de potassium	6	4,90	2,95	1,95
4'. Id.	6	4,45	2,63	1,82
Moyenne	6	4,68	2,79	1,89
5'. Nitrate de soude + chlorure de potassium + superphosphate	12	27,16	17,61	9,55
6'. Id.	15	30,25	19,33	10,92
Moyenne	13,5	28,71	18,47	10,24
7'. Nitrate de soude + chlorure de potassium + scories non lavées	15	30,05	19,78	10,27
8'. Id.	13	27,10	17,22	9,88
Moyenne	14	28,58	18,50	10,08
9'. Nitrate de soude + chlorure de potassium + chaux	6	4,05	2,33	1,72
10'. Id.	6	4,45	2,65	1,80
Moyenne	6	4,25	2,49	1,76
11'. Nitrate de soude + chlorure de potassium + scories lavées	16	30,39	19,57	10,82
12'. Id.	15	30,00	19,60	10,40
Moyenne	15,5	30,20	19,59	10,61

Avoine.

SOL SABLONNEUX.	NOMBRE des panicules.	RÉCOLTE totale.	PAILLE et balles.	GRAINS.
		Gr.	Gr.	Gr.
13'. Sans engrais.	6	7,27	4,92	2,35
14'. Id.	6	6,80	4,40	2,40
Moyenne.	6	7,04	4,66	2,38
15'. Nitrate de soude + chlorure de potassium .	6	9,45	6,00	3,49
16'. Id.	7	10,22	6,22	4,00
Moyenne.	6,5	9,84	6,11	3,75
17'. Nitrate de soude + chlorure de potassium + superphosphate	9	31,50	18,50	13,00
18'. Id.	9	31,20	19,35	12,85
Moyenne.	9	31,35	18,93	12,93
19'. Nitrate de soude + chlorure de potassium + scories non lavées	9	31,79	19,14	12,65
20'. Id.	11	30,95	18,70	12,25
Moyenne.	10	31,37	18,92	12,45
21'. Nitrate de soude + chlorure de potassium + chaux	6	10,44	6,52	3,92
22'. Id.	6	9,76	6,00	3,76
Moyenne.	6	10,10	6,26	3,84
23'. Nitrate de soude + chlorure de potassium + scories lavées.	9	30,33	18,13	12,20
24'. Id.	10	29,72	17,92	11,80
Moyenne.	9,5	30,03	18,03	12,00

Discussion des expériences.

La première question que nous avons à examiner est celle de savoir si, dans un sol suffisamment pourvu d'autres éléments nutritifs, l'acide phosphorique des scories de déphosphoration a été assimilé et a augmenté d'une manière sensible le poids de la récolte. Nous avons ensuite à apprécier quel a été son effet comparé à celui produit par un même poids d'acide phosphorique appliqué à l'état de superphosphate de chaux, engrais phosphaté connu par son effe rapide et énergique sur la plupart des plantes.

La réponse est toute donnée par le tableau suivant, dans lequel nous avons mis en relief les moyennes des rendements en grains obtenus et des écarts qui se sont produits dans des bocaux différemment traités :

SOL SABLO-ARGILEUX.	RÉCOLTE en grammes.	AUGMENTATION en grammes.	La récolte des pots non fumés étant 100, les pots fumés ont produit :	La récolte des pots fumés à l'azote et à la potasse étant 100, les pots fumés en outre à l'acide phosphorique ont produit :
a) **Froment de mars.**				
Rendement moyen des bocaux témoins	3,92	»	»	»
Azote + potasse	13,28	9,36	339	»
Azote + potasse + acide phosphorique (à l'état de superphosphate).	16,65	12,73	425	125
Azote + potasse + acide phosphorique (à l'état de scories) . . .	16,54	12,62	422	125
b) **Avoine.**				
Rendement moyen des bocaux témoins	4,21	»	»	»
Azote + potasse	12,53	8,32	298	»
Azote + potasse + acide phosphorique (à l'état de superphosphate).	17,88	13,67	425	143
Azote + potasse + acide phosphorique (à l'état de scories) . . .	17,40	13,19	413	139

SOL SABLONNEUX.	RÉCOLTE en grammes.	AUGMENTATION en grammes.	La récolte des pots non fumés étant 100, les pots fumés ont produit :	La récolte des pots fumés à l'azote et à la potasse étant 100, les pots fumés en outre à l'acide phosphorique ont produit :
a) **Froment de mars.**				
Rendement moyen des bocaux témoins	1,69	»	»	»
Azote + potasse	1,89	0,20	112	»
Azote + potasse + acide phosphorique (à l'état de superphosphate).	10,24	8,55	606	542
Azote + potasse + acide phosphorique (à l'état de scories). . . .	10,08	8,39	596	533
b) **Avoine.**				
Rendement moyen des bocaux témoins	2,38	»	»	»
Azote + potasse	3,75	1,37	158	»
Azote + potasse + acide phosphorique (à l'état de superphosphate).	12,93	10,55	543	345
Azote + potasse + acide phosphorique (à l'état de scories). . . .	12,45	10,07	523	332

Il résulte des chiffres précédents que l'action des scories de déphosphoration sur céréales de mars s'est manifestée d'une manière sensible dans le sol sablo-argileux ; elle a été très considérable dans le sable. Nous expliquerons plus loin cette différence constatée entre les rendements des deux sols.

Le poids total de la matière organique produite (paille, balles, grain) et, ce qui est particulièrement important, le rendement en grain, ne diffèrent presque pas de la récolte obtenue par l'emploi du superphosphate de chaux, l'engrais phosphaté le plus employé.

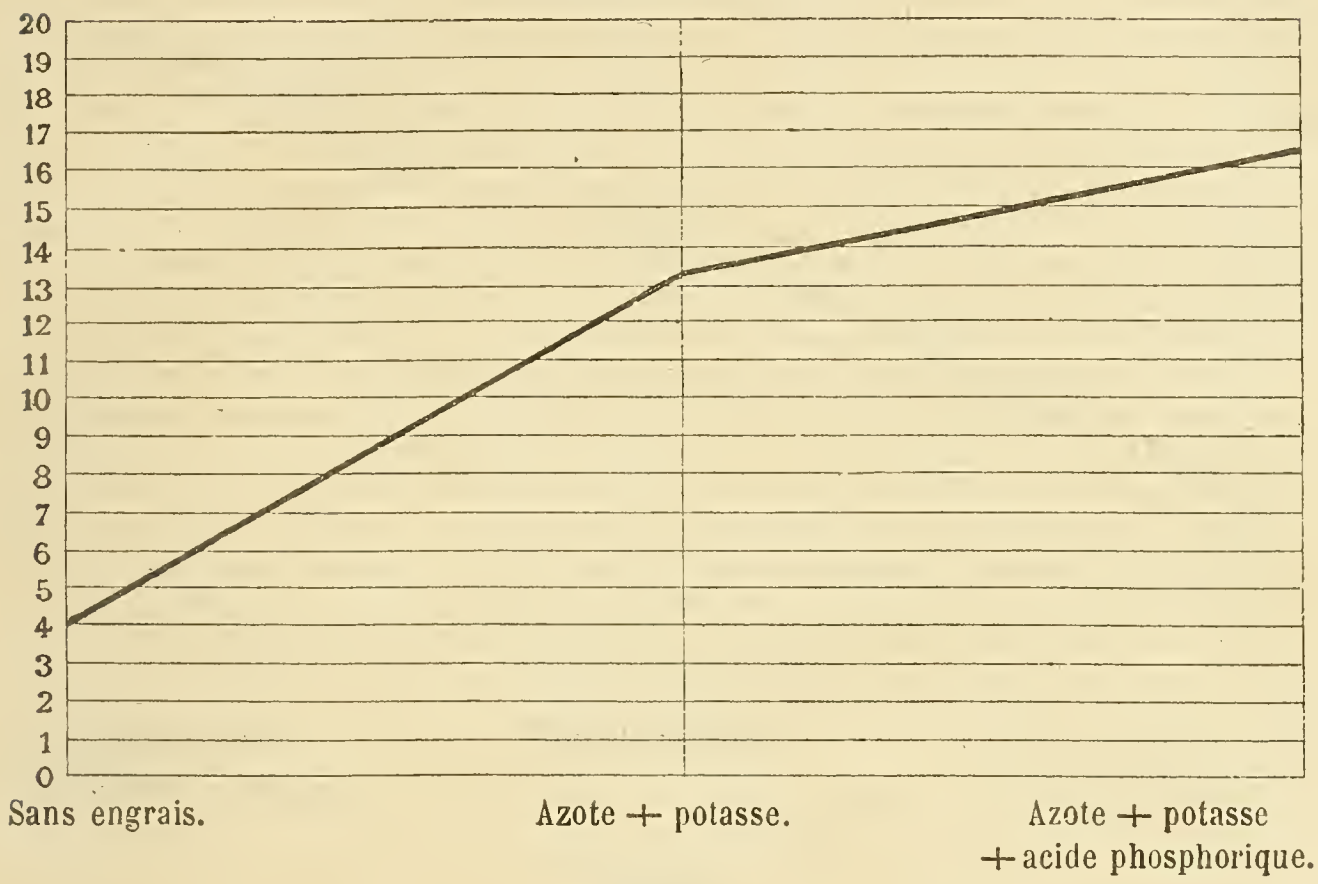
La représentation graphique des résultats acquis démontre encore mieux que les chiffres l'effet fertilisant de la scorie et l'équivalence des effets produits par les deux engrais phosphatés.

DIAGRAMMES

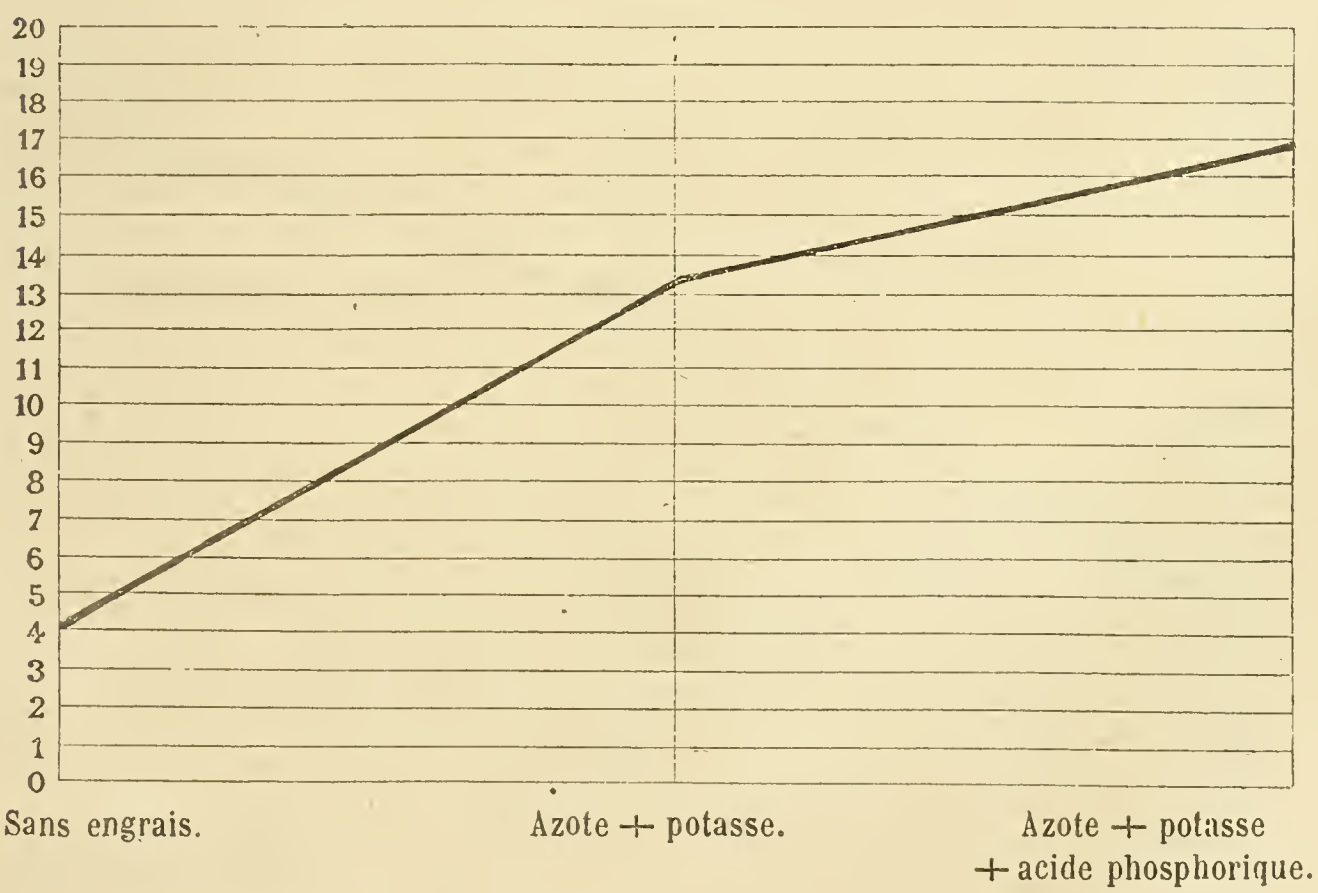
représentant les résultats acquis par l'emploi du superphosphate et des scories.

Froment dans le sol sablo-argileux.

Superphosphate.

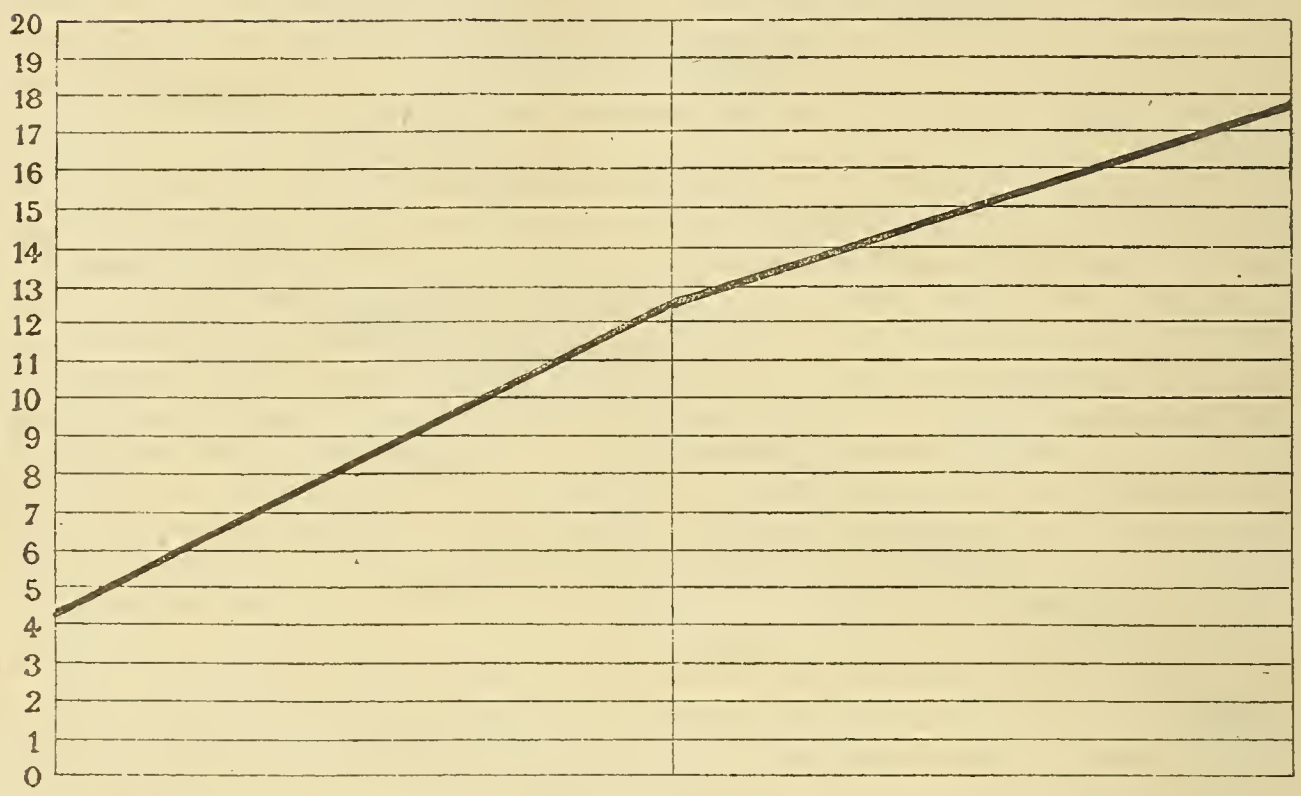


Scories.



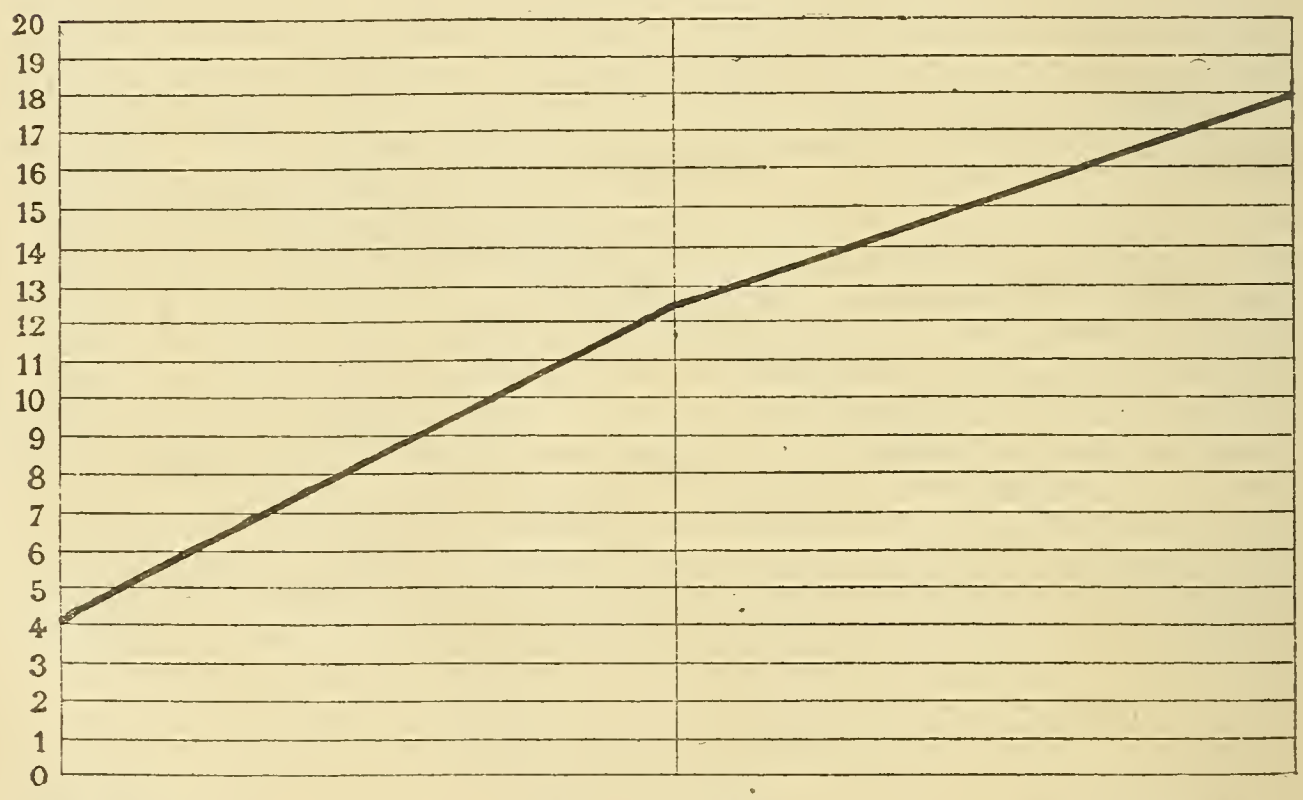
Avoine dans le sol sablo-argileux.

Superphosphate.



Sans engrais. Azote + potasse. Azote + potasse + acide phosphorique.

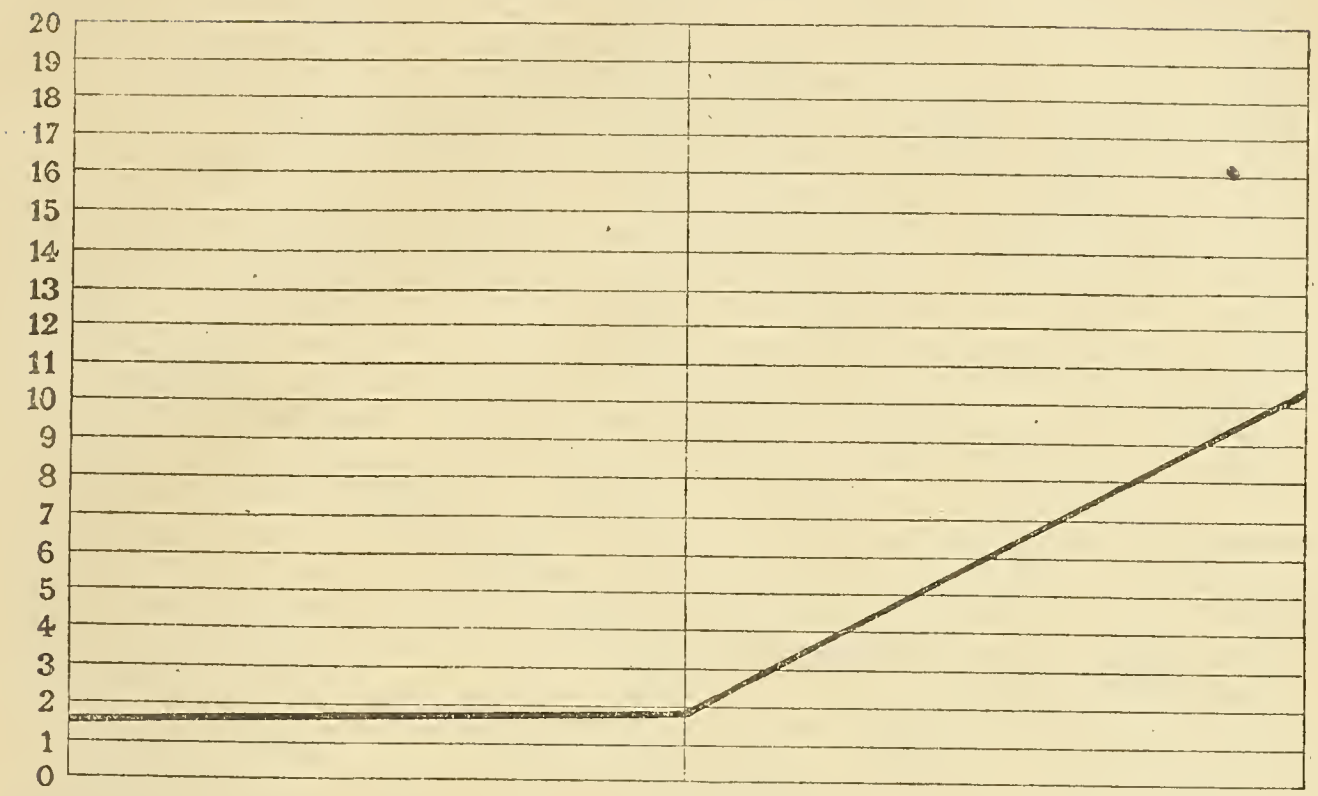
Scories.



Sans engrais. Azote + potasse. Azote + potasse + acide phosphorique.

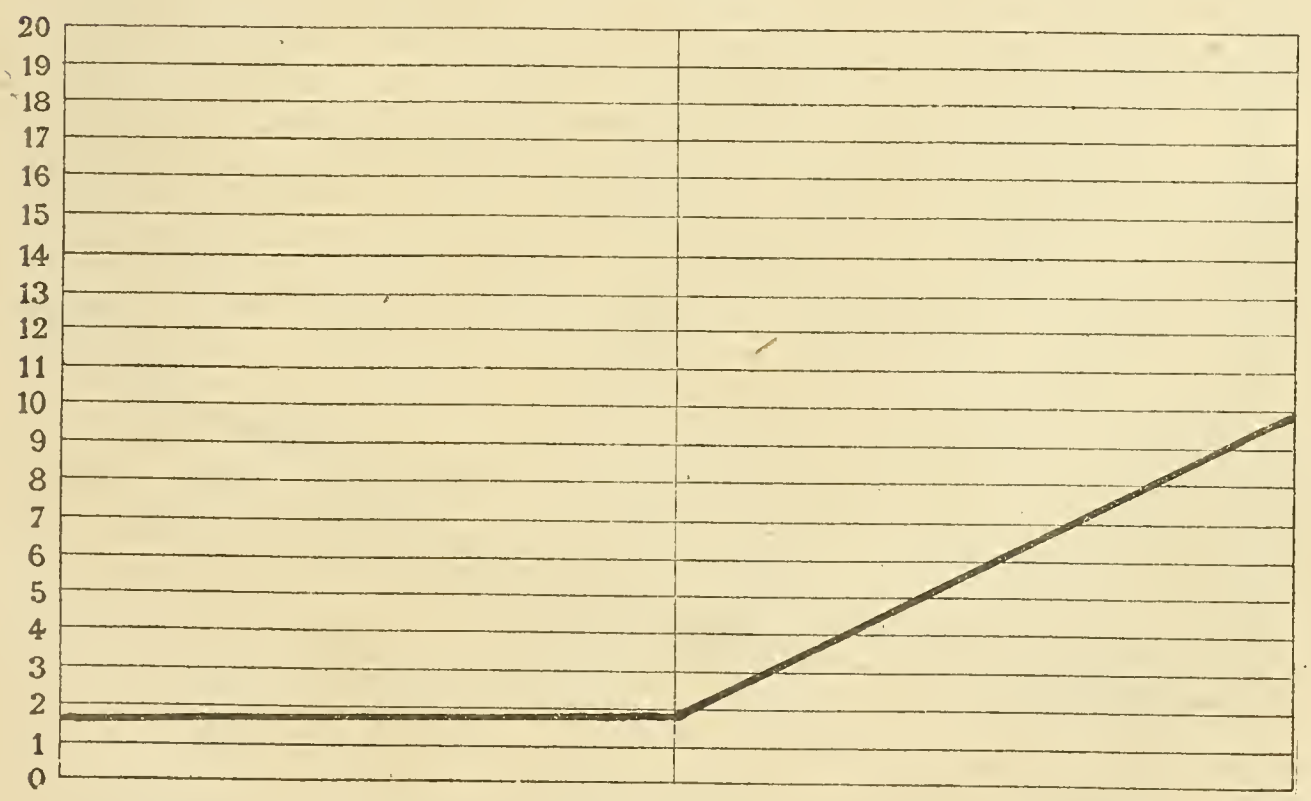
Froment dans le sol sablonneux.

Superphosphate.



Sans engrais. Azote + potasse. Azote + potasse + acide phosphorique

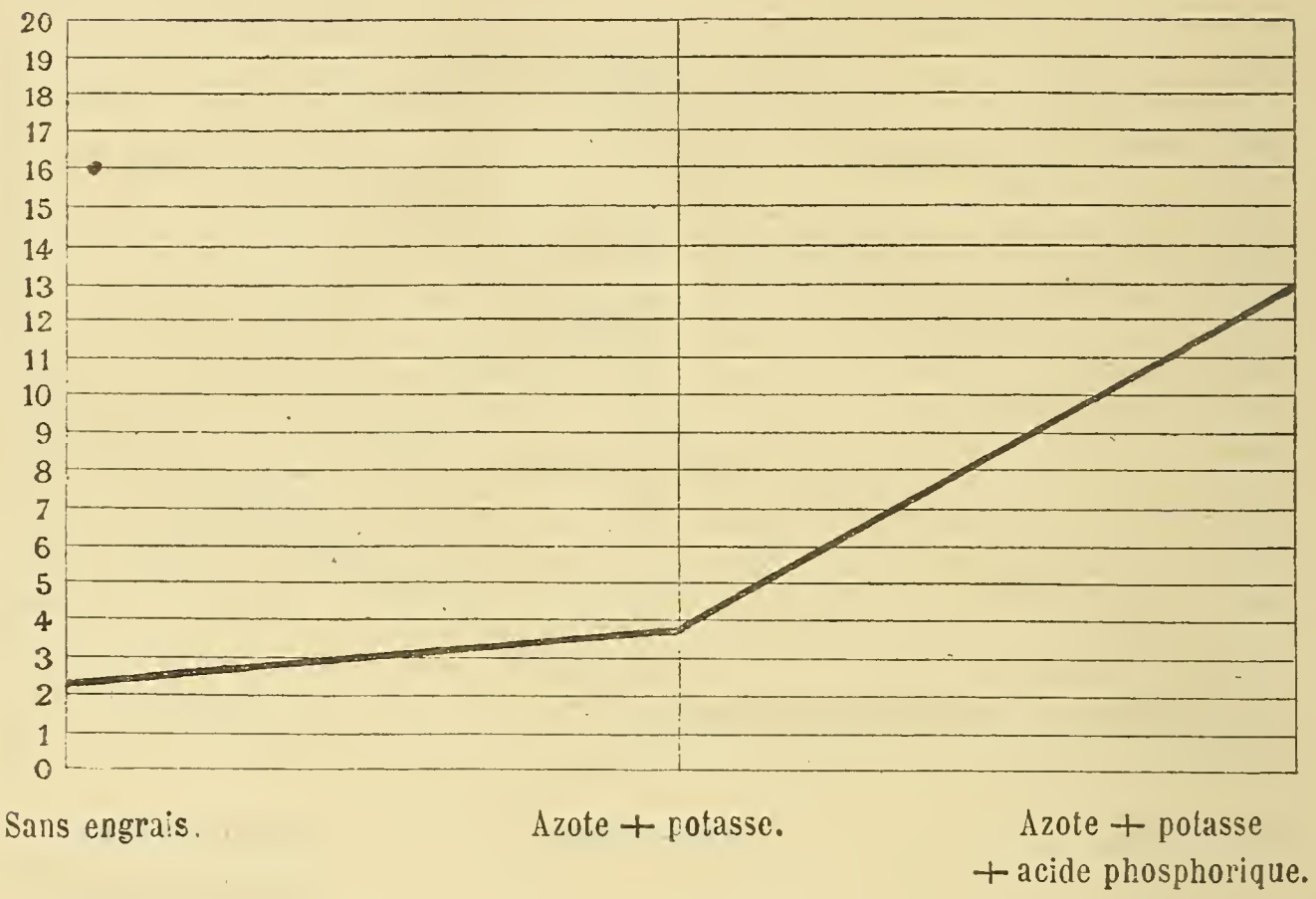
Scories.



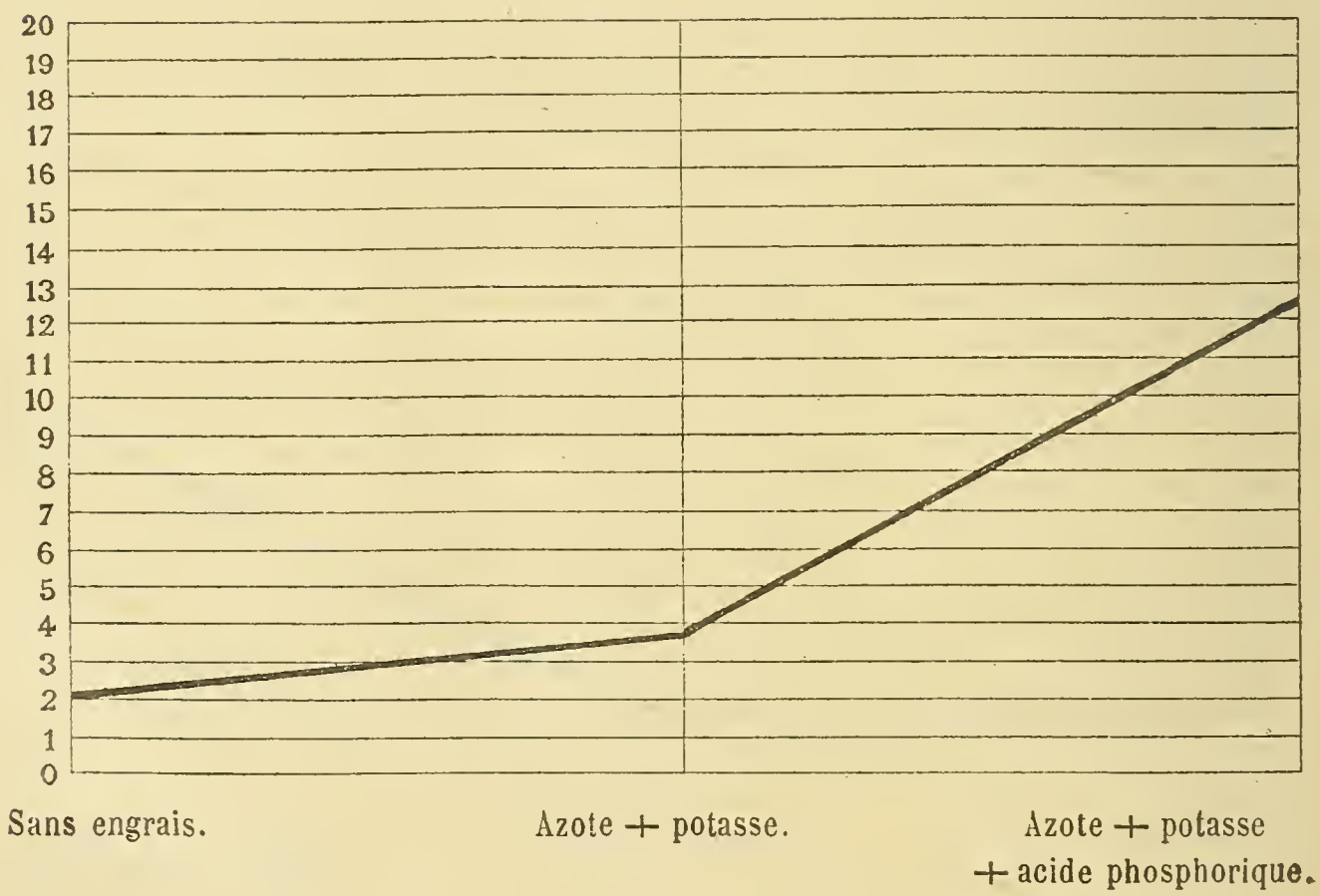
Sans engrais. Azote + potasse. Azote + potasse + acide phosphorique.

Avoine dans le sol sablonneux.

Superphosphate.



Scories.



L'inspection des courbes précédentes nous démontre un second fait intéressant : la différence qui existe entre l'action de l'acide phosphorique dans les deux sols expérimentés.

La composition si essentiellement différente du sol sablo-argileux et du sol sablonneux nous permet d'expliquer aisément ce fait ; il suffit de consulter les chiffres de la page 590.

Le sol sablo-argileux renferme, en effet, assez d'acide phosphorique à l'état utilisable par la plante pour qu'une addition d'azote et de potasse fasse déjà monter les courbes du froment de 3.92 à 13.28 et celles de l'avoine de 4.21 à 12.53. L'addition des engrais phosphatés au nitrate de soude et au chlorure de potassium n'influe plus alors que faiblement sur la marche ascendante de la courbe.

Cette observation est absolument conforme à l'ensemble de nos recherches, entreprises dans des conditions semblables, pour étudier l'assimilabilité des éléments nutritifs essentiels contenus dans les principales matières fertilisantes du commerce [1].

Il n'en est pas de même dans le sable. Celui-ci étant très pauvre en acide phosphorique, l'azote et la potasse n'ont pu produire leur effet entier, l'un des éléments nutritifs essentiels faisant presque défaut.

C'est un exemple frappant à l'appui de la loi connue du minimum : toutes les autres conditions étant identiques, la production végétale dépend de celui des éléments nutritifs qui se trouve dans le sol *au minimum,* comparativement au taux des autres éléments.

Dans cet état de choses, l'engrais à acide phosphorique, pourvu qu'il renferme cet élément à l'état assimilable, ce que nous voulions précisément étudier, devait exercer une grande influence sur la production de la matière organique. En fait, il en a été ainsi. Pour les deux céréales élevées dans le sable, la courbe monte d'une manière à peine sensible sous l'action de l'azote et de la potasse, mais sous l'influence de l'addition d'acide phosphorique, elle saute brusquement de 1.89 à 10.24 et à 10.08 pour le froment et de 3.75 à 12.93 et à 12.45 pour l'avoine.

---

1. *Recherches de chimie et de physiologie appliquées à l'agriculture,* 2e édit., p. 165, 167, 178, 290.

Cette relation entre la production de la matière organique et la composition du sol producteur, établie par l'analyse chimique, mérite toute notre attention.

Elle confirme les considérations que nous avons développées dans deux mémoires publiés, il y a plus de dix ans, par l'Académie [1]. En effet, si, en règle générale, l'analyse ne nous renseigne qu'imparfaitement sur le degré de fertilité du sol arable, parce qu'elle ne permet que dans des cas exceptionnels de distinguer, dans la somme totale des éléments nutritifs qu'elle accuse, la partie immédiatement assimilable de celle en réserve, il y a, d'autre part, des cas où l'essai chimique nous indique l'élément qui, apporté au sol, doit amener une augmentation de production.

Passons maintenant, dans la discussion de nos expériences, à la question du rôle de la chaux libre.

Il ressort incontestablement des lignes précédentes que la scorie de déphosphoration a exercé un effet des plus favorables sur les deux céréales cultivées dans deux sols différents. La concordance entre les résultats obtenus par le superphosphate et par la scorie, employés à dose égale d'acide phosphorique, prouve déjà que le principe actif de la scorie était réellement le phosphate et non la chaux.

Cette preuve indirecte de l'inertie de la chaux dans le cas qui nous occupe est convaincante pour le chimiste agricole. Il sait parfaitement que le rôle joué par l'acide phosphorique comme matière fertilisante est de beaucoup plus important que celui de la chaux, celle-ci agissant plutôt par ses effets indirects sur les matières organiques, les silicates et la nitrification, que comme élément nutritif proprement dit, bien qu'elle soit également indispensable à l'alimentation normale de la plante.

Cependant, les sols ayant servi à notre étude étant pourvus d'un excès d'azote et de potasse à l'état facilement assimilable et leur perméabilité et leur aération étant parfaitement assurées dans les conditions spéciales où se trouvent des petits volumes de terre en bocaux, la chaux n'a certainement pas contribué, dans nos essais,

---

1. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique,* 2e série, t. XXXIX, et 3e série, t. III.

par ses effets indirects, à l'augmentation de la matière organique récoltée.

Mais le physiologiste raisonne autrement. Pour lui, tous les éléments nutritifs minéraux, dont le concours simultané est reconnu indispensable à la production d'une plante normale, possèdent la même importance, quelle que soit la proportion plus ou moins grande qu'ils occupent finalement dans les cendres végétales.

Le physiologiste demande donc la preuve directe que l'augmentation du poids en grain est réellement due à l'action fertilisante de l'acide phosphorique et non à la chaux. Or, en extrayant des tableaux publiés plus haut ceux des chiffres qui se rapportent aux essais installés pour étudier le rôle de la chaux, nous pouvons fournir cette preuve.

Sol sablo-argileux.

a) *Froment de mars.*	RÉCOLTE en grammes.	AUGMENTATION en grammes produite par la chaux.
Azote + potasse	13,28	»
Azote + potasse + chaux	13,48	+ 0,20
Azote + potasse + scories sans chaux	16,02	»
Azote + potasse + scories non lavées	16,54	+ 0,52
b) *Avoine.*		
Azote + potasse	12,53	»
Azote + potasse + chaux	12,60	+ 0,07
Azote + potasse + scories sans chaux	17,34	»
Azote + potasse + scories non lavées	17,40	+ 0,06

Sol sablonneux.

a) *Froment de mars.*		
Azote + potasse	1,86	»
Azote + potasse + chaux	1,76	— 0,13
Azote + potasse + scories sans chaux	10,61	»
Azote + potasse + scories non lavées	10,08	— 0,53
b) *Avoine.*		
Azote + potasse	3,75	»
Azote + potasse + chaux	3,84	+ 0,09
Azote + potasse + scories sans chaux	12,00	»
Azote + potasse + scories non lavées	12,45	+ 0,45

Il résulte de ces chiffres que, ni la chaux libre contenue dans la scorie, ni la chaux ajoutée à la fumure principale d'azote et de potasse, n'ont contribué à augmenter la production de la substance organique. Dans quatre essais sur huit, les différences constatées sont tellement faibles (+ 1.51, 0.56, 0.35 et 2.40 p. 100), qu'elles tombent dans les limites de l'erreur inévitable d'expérimentation (2.5 p. 100) ; elles doivent donc être négligées. Dans deux expériences, froment dans le sol sablo-argileux et avoine dans le sable, la récolte est faiblement plus élevée (+ 3.25 et 3.75 p. 100) dans les bocaux à la scorie non lavée que dans ceux à la scorie débarrassée de sa chaux libre ; mais dans deux autres essais, on obtient un résultat contraire. Nous n'hésitons pas à conclure que la chaux libre de la scorie de déphosphoration a été, dans nos essais, sans effet sur la production du froment et de l'avoine, même en sols pauvres en chaux.

L'effet très favorable produit dans nos essais par la scorie exclut déjà toute idée de nocuité due à la forte proportion de fer. Nous devons cependant nous arrêter un instant sur cette question.

On a émis de divers côtés l'opinion que le peroxyde, et surtout le protoxyde de fer, dont les doses dans la scorie varient de 9 à 13 p. 100, pouvaient présenter du danger pour les végétaux fumés avec cet engrais phosphaté.

Nous n'avons jamais partagé cette crainte. Il paraît *à priori* peu probable que l'application par hectare de 150 à 200 kilogr. d'oxyde de fer, quantité que renferme une forte fumure de scorie, puisse agir comme toxique, si l'on considère que la couche arable des terres du limon, les plus fertiles du pays, contient, sur une profondeur de 25 centimètres, environ 50,000 kilogr. de sesquioxyde de fer par hectare [1].

Ensuite, dans une matière pulvérisée aussi finement que la scorie de bonne qualité, l'oxydation du protoxyde de fer et même de la faible proportion de sulfure de calcium (0.5 à 1.5 p. 100) doit se

1. Nous exprimons le taux total du fer en sesquioxyde, parce que le rapport entre le fer au minimum et au maximum d'oxydation varie continuellement. Le sol arable est, comme on sait, suivant son état d'aération, un milieu à oxydation ou à réduction.

faire rapidement et, dans tous les cas, pendant l'espace de temps qui sépare l'application des engrais de l'époque des semailles.

Nous devons du reste à M. Wagner, directeur de la station agronomique de Darmstadt, des essais directs dans lesquels il a été reconnu que même la dose énorme de 2,500 kilogr. de scories à l'hectare n'a été nullement nuisible à la végétation de l'orge.

Nous avons également fait quelques essais pour élucider cette question et nous avons choisi la betterave à sucre et la pomme de terre, dont la production exige des soins particuliers, l'élaboration du sucre et de la fécule étant sensiblement influencée par la fumure.

Voici le résultat des essais faits sur quelques mètres carrés du jardin d'expériences de la Station agronomique, lesquels confirment ceux de M. Wagner :

Betteraves à sucre (*Impériale blanche*).	TITRE MOYEN de 20 betteraves analysées.
	P. 100.
Fumées au nitrate de soude, chlorure de potassium et superphosphate de chaux[1]	14.03 de sucre.
Fumées au nitrate de soude, chlorure de potassium et scories de déphosphoration[1]	14.17 —

Pommes de terre (*Champion*).	TITRE MOYEN de 10 pommes de terre analysées.
	P. 100.
Fumées au nitrate de soude, chlorure de potassium et superphosphate de chaux[1]	23.5 de fécule
Fumées au nitrate de soude, chlorure de potassium et scories de déphosphoration[1]	22.1 —

Si nous embrassons l'ensemble de nos recherches sur la question qui nous occupe, nous croyons pouvoir tirer les conclusions suivantes :

La scorie de déphosphoration finement moulue constitue une matière fertilisante d'une haute valeur.

Dans nos expériences entreprises avec deux céréales d'été (froment et avoine) cultivées dans deux sols pourvus en excès des autres éléments nutritifs essentiels, l'assimilation de l'acide phosphorique des scories s'est faite promptement.

L'augmentation de la substance organique produite a été très importante dans le sol sablonneux ne renfermant que 0.1 pour 1000

1. A raison de 100 kilogr. d'acide phosphorique à l'hectare.

d'acide phosphorique ; elle a été moins considérable, mais toujours manifeste, dans le sol sablo-argileux à 0.65 pour .000 d'acide phosphorique.

La chaux libre contenue dans la scorie de déphosphoration a été sans action, quoique les sols expérimentés doivent être classés parmi ceux qui sont assez pauvres en chaux, l'un n'en renfermant que 2.37, l'autre 1.55 pour 1000.

La forte proportion de protoxyde et de peroxyde de fer contenue dans la scorie de déphosphoration n'a pas été nuisible à la production des céréales, ni à l'élaboration du sucre dans la betterave et de la fécule dans la pomme de terre.

Nous nous abstenons de parler dans nos conclusions de la valeur relative de l'acide phosphorique des scories et du superphosphate. S'il est vrai que dans nos essais le rapport a été presque de 1 : 1, il importe d'attendre les résultats d'expériences faites avec d'autres plantes et dans d'autres conditions avant de se prononcer définitivement sur cette question. Le but de nos recherches était simplement d'étudier si l'acide phosphorique de la scorie se trouve sous un état que l'on peut considérer comme favorable à la nutrition végétale.

Nous admettons aussi qu'il existe des cas où la chaux libre des scories, sans effet dans nos essais exécutés dans des conditions spéciales mais parfaitement déterminées, a sa part d'action dans l'effet dû à l'emploi de cette matière fertilisante : sols acides, riches en matières organiques, etc.

Mais nous voudrions surtout prévenir cette généralisation absolument erronée de nos recherches que l'on serait peut-être tenté de faire : « La scorie, constituée par un phosphate insoluble dans l'eau, étant néanmoins un engrais phospaté très actif, le phosphate minéral doit posséder la même valeur fertilisante. »

La différence entre les deux phosphates est en effet considérable. Le dernier, en grande partie à cause de la présence d'une forte proportion de carbonate calcaire, est, pour ainsi dire, inattaquable par les agents du sol et d'autres dissolvants faibles[1]. La scorie, au con-

1. C'est ce que les essais que j'ai entrepris avec le concours de M. Crispo, du 15 avril 1875 au 20 octobre 1877, ont démontré pour la craie grise. (*Mémoires couronnés et autres mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique*, 1878.)

traire, se dissout peu à peu complètement dans l'eau chargée d'acide carbonique et jusqu'aux deux tiers presque instantanément dans l'acide acétique étendu. Mise en digestion avec le citrate d'ammoniaque alcalin, la scorie cède au bout d'une heure plusieurs pour cent d'acide phosphorique, conditions dans lesquelles aucun phosphate minéral n'est même faiblement attaqué.

Nos essais sur l'assimilabilité de l'acide phosphorique contenu dans la scorie de déphosphoration auront peut-être comme conséquence de donner une nouvelle impulsion à l'extraction des phosphates du pays. En effet, si l'industrie arrivait à pouvoir calciner économiquement les phosphates minéraux riches en calcaire, à une température assez élevée pour produire le phosphate basique[1], comme dans le procédé Thomas-Gilchrist, ou à scorifier ceux riches en silice ou additionnés de silice, pour déplacer partiellement l'acide phosphorique[2], comme dans le procédé Solvay, l'assimilabilité des phosphates bruts serait considérablement accélérée et leur emploi direct comme matière fertilisante assuré ; la transformation en superphosphate ne serait plus nécessaire.

La réalisation de ce desideratum serait un grand bienfait pour l'agriculture et pour l'industrie, même si elle devait amener une rechute de la « fièvre des phosphates », comme s'est exprimé, dans les *Bulletins* de l'Académie, le regretté M. Cornet.

NOTE SUR LA VALEUR AGRICOLE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE A DIFFÉRENTS ÉTATS DE COMBINAISON

Par Jules Joffre.

Je puis donner les résultats d'expériences faites par divers expérimentateurs et par moi-même et ayant pour but d'étudier l'action de l'acide phosphorique sous diverses formes.

1. $3\,CaO\,P^2O^5 + CaO\,CO^2 = 4\,CaO\,P^2O^5 + CO^2$ (?).
2. $3\,CaO\,P^2O^5 + Si\,O^2 = 2\,CaO\,P^2O^5 + CaO\,Si\,O^2$ (?).

Le phosphate des nodules, finement pulvérisé, a donné, dans certaines terres, des rendements égaux aux superphosphates. Mais dans d'autres terres les résultats obtenus avec les superphosphates ont été tout à fait supérieurs. Et, je crois que ces dernières terres sont, en France, les plus nombreuses.

On avait ajouté du sulfate de chaux de manière à ce que les diverses parcelles en reçoivent exactement la même quantité. Ce n'est donc pas à la présence de cette substance dans les superphosphates que l'on peut attribuer la supériorité des rendements obtenus.

Dans ces essais on a également étudié l'action du phosphate de fer, dit rétrogradé, qui avait été préparé en épuisant par l'eau un superphosphate qui en contenait de notables quantités.

Voici la moyenne des résultats (ramenés à l'hectare) de six essais faits avec intention dans des terres très mauvaises et en employant seulement, par hectare, 22^{kg},500 d'acide phosphorique sous les différents états indiqués :

	BLÉ (grains). — Kilogr.
Sans engrais phosphaté	1 441
Avec du phophate soluble dans l'eau	1 736
— insoluble des nodules	1 580
— rétrogradé	1 559

NOTICE SUR LES GISEMENTS DE PHOSPHATE DE CHAUX, DÉCOUVERTS PAR MM. PONCIN ET MERLE, PRÉSENTÉE A LA SOCIÉTÉ D'AGRICULTURE DE L'INDRE

Par M. Guinon, directeur de la Station agronomique de Châteauroux, le 20 avril 1889.

Messieurs,

J'ai l'honneur de vous présenter un très intéressant rapport que notre nouveau collègue, M. Merle, a rédigé, sur ma demande, pour accompagner la collection des phosphates fossiles qui doit figurer à l'Exposition universelle, dans notre collectivité de la Société d'agriculture.

Vous savez que M. Merle est un chercheur intrépide et tenace. Nous lui devons la découverte des phosphates de l'Indre qu'il a faite, en 1879, avec M. Poncin, de Lyon. Mais le nombre des gisements découverts par ces deux habiles géologues, dans 19 départements, s'élève à 23 et j'ai reçu de M. Merle cette communication qu'ils en ont récemment trouvé d'autres, dont quelques-uns d'une grande richesse en acide phosphorique et, l'un d'eux, présentant un intérêt spécial par la présence d'une proportion notable de potasse associée au phosphate. MM. Merle et Poncin hésitent à faire connaître ces nouveaux gisements. Si cette réserve n'est pas mentionnée dans le rapport de M. Merle, on y en trouve du moins la raison. N'ayant pu tirer aucun profit de ses droits d'inventeur, à la suite de l'importante découverte qu'il avait faite des phosphates de la Somme, M. Merle et avec lui M. Poncin, son associé, ne veulent pas s'exposer de nouveau à se voir frustrer du bénéfice de leurs découvertes, par le fait des lacunes que la loi actuelle renferme quant au classement des phosphates fossiles parmi les substances concessibles. Il importe donc que la loi sur les mines soit promptement revisée dans ce sens.

Un autre fait non moins grave, signalé dans ce rapport, c'est l'exportation considérable qui se fait de nos phosphates français à l'étranger. N'y aurait-il pas urgence, aussi, à ce que l'État, par des mesures législatives, apporte une entrave à cette exportation d'un minéral si indispensable à la prospérité de notre agriculture nationale? Mais je laisse la parole à M. Merle, sauf à revenir sur ces considérations.

Historique de la question du phosphate de chaux.

On avait, depuis assez longtemps, constaté les bons effets du noir animal et des os pulvérisés, mais, dans l'ignorance où l'on était sur la cause de ces bons effets, ces matières n'étaient employées qu'en raison des résultats surprenants qu'on en obtenait. Il a fallu que la science agricole vînt démontrer la nécessité de la restitution du phosphore enlevé par les récoltes, pour appeler l'attention sur les autres matières pouvant contenir cet élément si utile et pour provoquer la recherche des gisements de phosphate de chaux minéral.

C'est en 1843 que le duc de Richemont annonçait que l'action du phosphate de chaux procédait de l'unique cession de son phosphore aux végétaux et non de la chaux, avec laquelle il était associé ; mais les vérités, même les plus simples, ne sont pas toujours acceptées sans résistance ; d'ailleurs la théorie du duc de Richemont renversait

trop les idées admises pour n'avoir pas à subir les controverses passionnées qu'elle souleva pendant plusieurs années.

Une dizaine d'années après, seulement, un vaillant pionnier de la première heure, M. de Molon, entreprenait cette exploitation des phosphates minéraux qui ne devait pas tarder à périr par un effondrement colossal et inoubliable, tant était grande la répulsion du monde agricole pour toute innovation, pour toute dérogation aux usages traditionnels.

Mais, depuis lors, un grand changement s'est opéré : controverses et opposition sont passées à l'état de souvenir ; le champ des explorations s'est prodigieusement agrandi ; l'étage albien n'est plus le seul considéré comme phosphatifère et la plupart des assises géologiques ont été fouillées avec succès.

C'est du moins cet horizon élargi qu'embrasse le programme que nous nous sommes tracé, parce que l'observation nous a toujours paru justifier la défiance attachée à cette théorie d'émissions, sans cause expliquée, d'eaux thermales chargées d'acide phosphorique qui auraient produit les gisements de phosphate de chaux, théorie que M. Gosselet, professeur à la Faculté des Sciences de Lille, répudie en ces termes :

« Fidèle à la théorie des causes actuelles, je repousse toute ingé-
« rence de principe inconnu. Je ne veux pas de ces agents internes
« si commodes pour voiler l'ignorance où nous sommes souvent des
« causes réelles des phénomènes naturels. »

Nous avons remarqué, au contraire, que les dépôts de phosphorite coïncident surtout avec les modifications dans les faunes, si bien qu'il semble rationnel de les considérer comme une sorte de nécropole des mondes divers qui se sont succédé dans les époques géologiques et de répéter, avec lord Byron : « La poussière que nous foulons aux pieds fut jadis vivante ! » L'énumération qui va suivre, et qui se compose des spécimens de nos découvertes, montrera la part que nous avons prise dans l'extension de nos réserves en phosphates de chaux, extension inachevée, heureusement, car il reste encore bien des explorations à entreprendre et probablement des gisements ignorés. Nous en connaissons même déjà et nous les publierons lorsque nous aurons la certitude d'être protégés par la loi et de

n'être plus exposés, sans défense, à voir le premier venu s'emparer de nos découvertes, sans se préoccuper de ce qu'elles nous ont coûté à tous les points de vue.

Peut-être alors, pour évaluer la contenance de nos mines de phosphate, sera-t-il plus exact de doubler les 32500000 tonnes indiquées par le *Journal officiel* du 27 décembre 1887.

Nos découvertes.

NUMÉROS.	DATE de la découverte.	POSITION GÉOLOGIQUE.	SITUATION.
1	1862	Albien, sables verts.	Ain
2	1862-1863		Haute-Savoie
3	1864-1866		Drôme
4	1867-1870 1872-1873		Gard
5	1869		Nièvre
6	1869		Cher
7	1873		Basses-Alpes
8	1873		Vaucluse
9	1875-1876		Yonne
10	1873-1874	Liasien-Sinémurien.	Côte-d'Or
11	1876		Cher
12	1877		Nièvr
13	1878		Haute-Saône
14	1878		Meurthe-et-Moselle
15	1878		Vosges
16	1879		Saône-et-Loire
17	1880		Doubs
18	1879		Indre
19	1882	Pliocène.	Manche
20	1886	Sénonien supérieur.	Somme
21	1887	Turonien supérieur.	Nord
22	1887	Éocène.	Région du Nord

N° 1. — Les gisements de l'Ain se trouvent sur les communes de Lancrans, Arlod, Vouvray et Bellegarde.

N° 2. — Gisements de la Haute-Savoie ; communes de Vanchy, Éloïse, Gorges du Fier, Seyssel.

N° 3. — Drôme : Ravin de Gaspardon, colline de Venterolle, Clansaye, Saint-Paul-Trois-Châteaux.

N° 4. — Gard : Carsan, Saint-Alexandre, forêt de la Valbonne, Saint-Julien-de-Peyrolas, Salazac, Saint-Christol, Cavillargues, Fontarèche, Saint-Laurent-de-Carnols, la Bruguière, Pougnadoresse.

N° 5. — Nièvre : les Cadoux entre Cosne et Neuvy.

N° 6. — Cher : Mennetou-Ratel, Subligny, Jars, Assigny, Savigny-en-Sancerre, Sury-ès-Bois, Vailly-sur-Sauldre, Villegenon.

N° 7. — Basses-Alpes : Simiance, Ongles.

N° 8. — Vaucluse : Rustrel.

N° 9. — Yonne : depuis Saint-Florentin, Seignelay, jusqu'à Fontaines, au delà de Toucy.

N° 10. — Côte-d'Or : Époisses, Semur, Précy-sous-Thil, Nan-sous-Thil, Clamerey, Noidan, Fontagny, Vitteaux, Saint-Thiébault, Sombernon, Pouilly-en-Montagne, Maconge, Musigny, Arnay-le-Duc, etc.

N° 11. — Cher : Germigny, Veraux.

N° 12. — Nièvre : Cervon, Corbigny, La Collancelle, Aulnay, Tamnay, Châtillon-en-Bazois, Moulins-Engilbert, Decize, etc.

N° 13. — Haute-Saône : Vitrey, Jussey, Port-sur-Saône, Charmoille, Saulx, Creveney et toutes les communes au nord de Vesoul.

N° 14. — Meurthe-et-Moselle : Dammarie-Eulmont, Bouzanville, Blainville-sur-Madon, Vézelise, Viterne, Thorey, Vaudémont, Thélod, Champenoux, Nomeny, Mailly, Saxon-Sion, Praye, Parey-Saint-Césaire, Ognéville, Maizières-lès-Toul, Jevoncourt, Hummeville, Houssé-ville, Goviller, Fresnes, Saint-Firmin, Corcelles, Diarville, Chaoulley.

N° 15. — Vosges : Foulaincourt, de Damblain à Mirecourt, Chatenois, Sandaucourt, Dombasle-en-Xaintois.

N° 16. — Saône-et-Loire : Oyé, Saint-Julien-de-Civry.

N° 17. — Doubs : Gouhelans, Romain, Huanne, Mesandans, Trouvans, Puessans, Rognon, etc.

N° 18. — Indre : Vigoux, Ceaulmont, Celon, Bazaiges, Le Menou, Chavin, Pomiers, Malicornay, Maillet, Cluis, Gournay, Mouhers, Neuvy-Saint-Sépulcre, Transault, Sarzay, Montipouret et Nohant-Vicq.

Comme le phosphate de la Côte-d'Or et tous ceux du même niveau, il repose sur le sinémurien, mais il occupe la base du liasien qui, à une époque relativement récente, a subi l'action dissolvante et prolongée d'eaux chargées d'acide carbonique. Le calcaire a été

dissous et les nodules de phosphate ont été mis en liberté; toutefois cette action a été moins complète dans l'Indre que dans l'Auxois, et même, sur certains points, elle ne s'est pas fait sentir. Ainsi l'on peut voir, dans les environs de Chaillac, les rognons de phosphate encore disséminés et empâtés dans le calcaire qui a été préservé de la dissolution ultérieure.

N° 19. — Manche : les phosphates de la Manche se composent exclusivement de débris d'ossements roulés ; ils contiennent 70 p. 100 de phosphate.

N° 20. — Somme : le phosphate de la Somme est pulvérulent ; il repose sur la craie à *Micraster coranguinum,* mais il provient d'un étage crayeux supérieur qui a disparu sous l'action d'eaux chargées d'acide carbonique, en laissant seulement le phosphate de chaux qu'il contenait et l'argile à silex non roulés.

Pour la première fois, le phosphate était signalé en France sous la forme pulvérulente : la richesse en acide phosphorique, la puissance des amas encore inconnue jusque-là, la pluie d'or qu'elle attira sur la région, tout contribua à donner à notre découverte un retentissement considérable ; aussi ne pouvait-elle manquer de nous être vivement disputée.

Elle était cependant le résultat d'une exploration que nous avons entreprise dans le Nord de la France et dont l'idée nous avait été suggérée par cette observation, que la craie supérieure de cette région ayant éprouvé les mêmes altérations que celle de la Belgique, nous devions probablement trouver des phosphates analogues à ceux qui étaient signalés dans le royaume voisin. En effet, après de longues recherches, faute de points favorables à cette étude, nous avons eu la satisfaction de constater, à Beauval, que les prétendus dépôts de sable pour maçonnerie indiqués par l'ingénieur Fuchs, auteur de la feuille officielle géologique n° 12, en collaboration avec M. de Mercey, n'étaient rien plus que du phosphate de chaux très pur et d'une épaisseur vraiment étonnante.

Au premier abord il n'y avait qu'une voix pour nous féliciter, mais la coalition de la jalousie et des intérêts matériels ne fut pas longue à organiser une guerre acharnée pour nous disputer notre qualité d'inventeurs.

Un géologue avait signalé, sur la route d'Amiens à Beauval, un lambeau de craie (outlier) qui avait été reconnu contenir de l'acide phosphorique, dans la proportion de 13, 5 p. 100 ; un autre géologue avait reproduit ce fait et ce titre fut admis comme suffisant pour lui attribuer le mérite de la découverte. Toute une campagne fut organisée, pour faire croire au public que cette craie phosphatée, dont il n'existait qu'un lambeau, et le phosphate pulvérulent provenant d'une craie disparue depuis une multitude de siècles, étaient une seule et même chose et, par conséquent, que, depuis une vingtaine d'années, notre découverte n'était un mystère pour personne.

Tous les concours furent réquisitionnés pour propager cette supercherie, mais on a soigneusement évité de répondre à nos questions si simples cependant. Nous demandions la justification qu'on ait écrit, avant la date de notre découverte, une seule ligne sur le phosphate pulvérulent de la Somme ; nous sollicitions l'explication de ce fait, sans précédent et d'une invraisemblance si outrée : les propriétaires connaissaient depuis vingt ans la fortune considérable qu'ils possédaient dans leur sol, et cependant ils poussaient le dédain des richesses jusqu'à laisser cette fortune improductive et bien mieux, jusqu'à la gaspiller à vil prix, pour l'usage de la briqueterie ; puis, le lendemain de notre découverte, ce désintéressement s'est subitement transformé en une rapacité si âpre qu'elle a étouffé tout mouvement d'équité.

N° 21. — Nord : le phosphate pulvérulent dit : du Cambrésis, repose sur la craie turonienne à *Micraster breviporus,* mais il provient de la dissolution d'une assise supérieure ; on le trouve sous forme de sable siliceux, glauconieux et phosphaté. Nous l'avons constaté à Saulzoir, Haussy, Saint-Pithon, Solesmes, Romery, Neuvilly, Forest, Montay, Le Cateau, Saint-Benin, Saint-Souplet, Saint-Martin.

Ce même phosphate était déjà exploité à Quiévy, canton de Carnières.

N° 22. — Région du Nord : le phosphate de l'éocène de la région du Nord se présente sous forme de débris d'ossements presque méconnaissables et d'une densité considérable ; sa contenance est de 66 à 70 p. 100 de phosphate de chaux tribasique.

A cette nomenclature il convient d'ajouter les phosphates en roche, de la nature de ceux du Quercy, reconnus par M. Poncin personnellement (de même que la plupart des gisements du grès vert et du lias) dans les Alpes-Maritimes, l'Hérault et le Gard.

Importance économique et agricole du phosphate de chaux.

Les entreprises industrielles qui ont suivi toutes nos découvertes justifient qu'elles répondaient à un besoin réel et que nous n'avons pas eu tort de nous consacrer à ces recherches utiles, inspirées, d'ailleurs, par des expériences personnelles décisives et par la certitude que l'avenir appartient à la science. Le phosphate de la Somme, si activement exploité au détriment de l'agriculture française, atteste, de son côté, le haut prix qu'attribuent les nations voisines à ce minéral si précieux, et l'ardeur avec laquelle elles se préoccupent de l'importer chez elles.

C'est qu'en effet le rôle du phosphate de chaux dans la végétation est capital. Il est l'essence de toute la nature organisée ; sans son intervention aucune plante ne peut se développer et encore moins fructifier ; aucune agriculture productive n'est donc possible en son absence.

Personne n'ignore que les sols dépourvus de phosphate de chaux sont impropres à la culture et généralement désignés sous le nom de Landes, comme l'était la Bretagne, entre autres, avant qu'on ait eut la pensée de lui apporter la fertilité, en même temps que le phosphate de chaux, comme l'étaient les brandes qui, dans l'Indre, occupaient encore, il y a trente ans, d'immenses surfaces improductives que le phosphate de chaux (noir animal, puis phosphates fossiles) a transformées en terres d'une bonne fertilité.

Les terres, au contraire, qui en sont largement pourvues, passent avec raison pour être d'une grande valeur, et si le Nivernais, le Charollais et la vallée de Germigny (Cher) sont renommés pour leur magnifique bétail, c'est parce que les terres de ces contrées sont saturées de phosphate.

La même observation peut s'appliquer à la laiterie ; ce sont les régions naturellement riches en phosphate qui fournissent les meil-

leurs pâturages et, par conséquent, le meilleur lait et les fromages les plus réputés.

Toutes ces vérités sont depuis longtemps proclamées et répandues, souvent avec éloquence et d'une façon persuasive, mais il ne faut pas se lasser de les répéter, tant qu'elles n'auront pas pénétré partout où il y a des terres en culture, c'est-à-dire dans la France entière. Il ne faut pas cesser de rappeler les enseignements de tant d'illustres initiateurs de la science agricole, ni de signaler après les démonstrations fournies par les champs d'expériences, les résultats incontestables de la pratique agricole.

La science, en effet, nous donne le moyen d'établir le bilan des substances enlevées par les récoltes, et, d'autre part, nous savons que le fumier ne peut restituer que 50 p. 100 de ces substances, le surplus étant perdu sans retour ; il en résulte que plus les années sont productives, plus la fertilité initiale du sol diminue, et, qu'en moyenne, cette diminution, au point de vue du phosphore dont nous avons seul à nous occuper, ne pourrait être compensée que par l'apport d'un million de tonnes de phosphate minéral, au titre moyen de 18 p. 100 d'acide phosphorique.

En songeant que ce déficit se perpétue et s'accumule depuis si longtemps, on s'explique que la crise agricole soit ouverte depuis cinquante ans, mais l'on comprend moins l'efficacité du recours au droit protecteur de 5 fr. par 100 kilogr. sur les céréales étrangères, on saisit moins comment cette petite muraille de Chine peut rendre à notre agriculture sa prospérité détruite par une déplorable pratique ; aussi ne peut-on qu'approuver le sentiment qui a dicté à M. Grandeau les lignes suivantes :

« Quand les propriétaires français comprendront-ils donc, qu'à « défaut d'autres mobiles d'un ordre plus élevé, leur intérêt seul « leur fait une loi d'engager dans l'exploitation de leur terre un ca- « pital qu'ils aventurent dans tant de spéculations financières ou in- « dustrielles qui les mènent à la ruine ? Quand les cultivateurs arrê- « teront-ils, en s'emparant des ressources en phosphate que leur « offre notre sol, l'exportation de millions de tonnes d'acide phos- « phorique qui s'en vont féconder la terre étrangère ? Cela arrivera « lorsque propriétaires et cultivateurs, moins dédaigneux des con-

« naissances agricoles, se feront une idée exacte des conditions de la « nutrition des récoltes. Plaise à Dieu que ce temps ne soit pas trop « éloigné et que nos gisements de phosphate n'aient pas alors été « épuisés au seul profit de l'agriculture étrangère ! »

L'indifférence du public agricole s'excuserait à la rigueur si la science en était encore à la période théorique, mais il n'en est rien ; une multitude de faits, sur tous les points du territoire, sont venus justifier que la méthode scientifique peut seule apporter à l'agriculture la prospérité dont elle se plaint, avec raison, d'être privée. Il faudrait pouvoir développer ce chapitre intéressant, mais les limites de cette notice nous l'interdisent ; nous nous bornerons à citer l'exemple suivant qui concerne le département de l'Indre.

Dans la session d'août 1887, il a été présenté au Conseil général un rapport sur des expériences faites chez divers propriétaires pour déterminer l'accroissement de récoltes qu'on peut obtenir par l'apport du phosphate de chaux, de la potasse et de l'azote. L'accroissement constaté était considérable et avait pour conséquence une notable réduction du prix de revient des récoltes. Après l'avoir signalé, l'auteur du rapport, M. Guinon, l'éminent directeur de la Station agronomique de Châteauroux, ajoutait les lignes suivantes que devraient bien méditer tous les agriculteurs :

« Ces résultats peuvent être obtenus et même dépassés dans la « plupart des terres de l'Indre. On parviendrait donc ainsi à aug- « menter la production dans une proportion considérable, et, par la « diminution des prix de revient, à réaliser des bénéfices qui per- « mettraient de tenir tête à la concurrence étrangère. Voilà une « chose qu'on ne saurait trop redire. »

La comparaison entre les agricultures anglaise et française ne prouve pas moins l'utilité saisissante du phosphate de chaux.

En Angleterre, on se préoccupe, avant tout, d'apporter à la terre les éléments nécessaires pour la production des récoltes qu'on veut obtenir ; en France, si un nombre, trop restreint, d'agriculteurs ne négligent pas cet apport, la presque généralité, ignorant les principes de la végétation, n'en distinguent pas l'utilité et se cantonnent dans les usages de la tradition.

En Angleterre, la quantité de phosphate importée annuellement

s'élève, nous dit M. Grandeau, à un chiffre correspondant à 800 000 tonnes de superphosphate, alors qu'en France la quantité de phosphate employé dans nos fumures ne représente que 200 000 tonnes de superphosphate ; en d'autres termes, toute proportion superficielle gardée, nous n'apportons annuellement que le total dérisoire de 8 kilogr. de superphosphate par hectare, tandis que nos voisins d'outre-Manche en fournissent 80 kilogr.

Les conséquences se traduisent ainsi : l'Angleterre produit de 28 à 29 hectol. de blé par hectare et la France ne dépasse pas la moyenne de 15 à 16 hectol., malgré son climat privilégié.

De ce trop court exposé se dégagent ces conclusions éclatantes, manifestes :

Il n'y a pas d'agriculture rémunératrice sans un apport suffisant de phosphate de chaux ;

L'infériorité de notre agriculture, comparativement avec celle des nations voisines, provient surtout de l'insuffisance de restitution de cet agent de fertilisation ;

Le phosphate de chaux tient le premier rang parmi les facteurs de notre économie sociale.

Comment expliquer que ce minéral si important soit l'objet de l'indifférence des agriculteurs, principaux intéressés, et de l'État, protecteur des intérêts nationaux ?

On a beaucoup écrit sur la lenteur indéniable du progrès à pénétrer dans le monde agricole, mais n'existe-t-il pas d'autres raisons qui, pour être d'une nature différente, ne doivent pas moins être considérées comme des obstacles ?

Ainsi, les économistes ne voient dans nos mines de phosphate de chaux qu'une source d'alimentation pour notre commerce d'exportation, attendu, disent-ils, que plus une nation exporte de produits, plus elle importe de numéraire qui contribue à l'accroissement de la fortune publique. Comment ne distinguent-ils pas qu'en l'espèce ce principe est erroné et que ce prétendu accroissement n'est qu'un trompe-l'œil ?

Il est certain que l'exportation du phosphate enrichit quelques particuliers, qui, trop souvent, ne sont même pas des nationaux, mais c'est aux dépens de la prospérité publique.

Chaque tonne de phosphate exporté correspond à une quantité déterminée d'hectolitres de blé dont la production se trouve soustraite à l'agriculture française, et c'est, en définitive, le public qui paie toujours les ruineuses conséquences de cette exportation antiéconomique.

Si l'on s'avisait de vendre à l'étranger nos bibliothèques et nos musées, on se soulèverait contre un pareil vandalisme qui ne serait cependant pas plus criminel que l'exportation de la fertilité de la France, patrimoine de tous les Français, non moins que nos richesses artistiques.

En présence de la guerre que se font aujourd'hui les nations, sur le terrain économique, on ne peut donc songer sans appréhension aux graves conséquences pouvant résulter de l'assimilation du phosphate de chaux aux matières commerciales exportables avec profit.

L'administration des mines, de son côté, professe, sur la question du phosphate de chaux, des idées peu conformes à l'état d'avancement de la science agricole. Elle n'a pas entrevu, jusque-là du moins, l'importance économique de ce minéral et il est facile de présumer que ce n'est pas de ce côté qu'il faut chercher un appui.

Nous l'avons appris, à nos dépens, lorqu'après notre découverte des phosphates de la Somme, les ingénieurs des mines ont fait à nos revendications d'inventeurs la réponse suivante :

« Le phosphate de chaux, par sa nature minéralogique, n'est pas « compris dans les substances concessibles; pour en déposséder le « propriétaire superficiaire il faudrait de *bien graves considérations* « *basées sur l'intérêt général,* lesquelles n'existent pas dans l'es- « pèce. »

Or, « *ces graves considérations générales* » existent pour le bitume, la plombagine, etc. « Le phosphate de chaux se rapproche par sa nature minéralogique des marnes, craies, sables, terre à foulon et à poteries, etc., lesquels sont compris dans les carrières. »

Mais nous n'insisterons pas davantage sur ces appréciations évidemment erronées. Un nouveau projet de loi sur les mines a été déposé à la Chambre des députés par le ministre des travaux publics. La commission parlementaire qui a été chargée d'examiner ce projet a jugé autrement que le conseil supérieur des mines ; elle a

compris les phosphorites parmi les substances concessibles. Il faut souhaiter que cette loi soit promptement votée par les Chambres.

MERLE, *à Argenton-sur-Creuse.*

Messieurs,

Dans le rapport dont vous venez d'entendre la lecture, deux questions me paraissent intéresser au plus haut degré l'agriculture française. La consommation du phosphate de chaux, à l'état naturel ou transformé en superphosphate, a pris, depuis quelques années, une extension considérable. A part quelques régions privilégiées où le sol est suffisamment pourvu d'acide phosphorique, dans la généralité de nos terres, cet élément essentiel de la nutrition des plantes fait défaut. L'insuffisance de nos récoltes n'a pas d'autre cause. Dans l'Indre, l'emploi bien entendu des phosphates a doublé et même triplé les rendements. Mais si l'on examine la somme des quantités employées, on trouve qu'elle est encore de beaucoup au-dessous des besoins de nos terres. En ajoutant au 10 278 tonnes importées, en 1888, par la compagnie d'Orléans, 500 tonnes livrées à notre agriculture par la Société des phosphates de l'Indre, on arrive au total de 10 778 tonnes employées dans le département. Or cette somme répartie par le nombre d'hectares cultivés (315773 hectares), donne la maigre quantité de 34 kilogr., par hectare. Mais la quantité moyenne répandue étant de 400 kilogr. par hectare, il en résulte que la 7e partie seulement de nos terres a reçu des phosphates, en 1888, et dans ce nombre de 315773 hectares en culture, nous n'avons pas compris 65 500 hectares de prairies naturelles dont les phosphates augmenteront la production, en même temps qu'ils amélioreront la qualité des fourrages. L'étude que nous avons entreprise de la composition des terres arables et du sol des prairies de l'Indre, bien que très incomplète encore, nous a appris que, si la chaux manque dans la plupart de nos terres, toutes, à peu près, sont pauvre en acide phosphorique. On doit donc considérer que le jour où nos agriculteurs, mieux renseignés sur le rôle des engrais phosphatés, entreprendront d'améliorer leurs terres, de façon à les rendre productives de récoltes vraiment rémunératrices, il nous faudra une quantité de phosphates presque décuple de celle que nous employons aujour-

d'hui. Et s'il en est de même dans la plus grande partie de la France, au lieu de la production de 250000 tonnes de phosphates et de superphosphates que le commerce nous livre aujourd'hui, il en faudrait ainsi 2500000 tonnes. Est-on certain que lorsque l'usage de ce précieux engrais se sera généralisé, les gisements français seront en mesure de le fournir en quantité suffisante ?

Et dans cette éventualité n'est-il pas de la plus extrême imprudence de laisser enlever par l'étranger une source de production qui pourrait nous manquer à un moment donné ?

C'est pourquoi, toutes les mesures qui tendront à encourager les recherches de gisements de phosphates et à conserver les produits d'extraction pour les besoins de l'agriculture nationale, méritent d'appeler toute la sollicitude des pouvoirs publics.

C'est sous l'empire de cette conviction que je vous propose, Messieurs, de voter le vœu suivant qui serait transmis à MM. les ministres de l'agriculture et des travaux publics.

La Société d'agriculture de l'Indre, dans sa réunion mensuelle du 20 avril 1889, a émis le vœu:

1° Qu'une nouvelle loi sur les mines, classant les phosphates fossiles (phosphorites) parmi les substances concessibles, soit promptement soumise à la saction du Parlement;

2° Que l'État prenne, d'urgence, des mesures pour arrêter l'exportation, à l'étranger, des phosphates extraits de nos gisements français.

Ce vœu a été voté à l'unanimité.

DOSAGE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE ASSIMILABLE DANS LES SUPERPHOSPHATES

Par C.-V. Garola, directeur de la Station agronomique de Chartres.

Le citrate d'ammoniaque est employé pour connaître la quantité d'acide phosphorique dit assimilable.

On a indiqué plusieurs méthodes, — nous ne les rappellerons pas,

— mais on a dû les modifier successivement en présence des changements survenus dans la fabrication des superphosphates, leur dessiccation, la nature même des phosphates employés.

Or, par suite de la nature de ces substances étrangères, il y a parfois certaines parties de phosphate qui échappent à l'action du citrate d'ammoniaque, parce que ces parties sont enveloppées d'une matière étrangère peu soluble dans le citrate. C'est pourquoi on a essayé de traiter les superphosphates par le citrate d'ammoniaque à froid d'abord 15 heures, puis à 40 degrés pendant une heure.

Naturellement après avoir enlevé les parties solubles dans l'eau pour éviter l'influence possible de la magnésie.

Malgré cette double opération, il y a des superphosphates qui ne donnent pas tout le phosphate soluble en une heure à 40 degrés, ni en 15 heures à froid suivi d'un traitement à 40 degrés.

Cela dépend aussi du degré de finesse du superphosphate soumis à l'analyse.

Nous avons essayé alors l'application du citrate d'ammoniaque à chaud ; et nous avons essayé l'action au bain-marie bouillant durant une heure.

L'opération est très facile, très expéditive, parce qu'elle supprime le traitement à froid durant 15 ou 24 heures et qu'elle supprime la surveillance du bain maintenu à 40 degrés.

D'après nos essais pour les superphosphates de récente préparation, non séchés, les résultats ne diffèrent pas de **0.1 p. 100** avec le traitement mixte 15 heures à froid et 1 heure à 40 degrés.

Dans les superphosphates desséchés ou grossièrement tamisés, l'écart peut être de 0.25 à 0.30, rarement plus.

Nous nous sommes assuré que ce traitement à chaud donnait bien un résultat *défini,* c'est-à-dire que si on chauffait 2 heures, 3 heures ou 5 heures, le résultat ne changeait pas, et enfin pour les engrais nous avons pu constater que sur plus de 50 échantillons nos résultats obtenus par ce traitement rapide ne différaient pas sensiblement de ceux obtenus par les autres procédés suivis dans les laboratoires ayant analysé les mêmes engrais que nous.

Il y a là une série de faits semblables à ce qui se passe pour l'alcool et l'analyse de la betterave.

En une heure, une pulpe grossière ne cède pas tout son sucre à de l'alcool même à 70 degrés et il faut laisser la digestion durer 1 heure et demie ou 2 heures. Au contraire, si on fait bouillir l'alcool, si on élève la température, on a tout le sucre en moins de temps.

Or, on ne peut pas dire que le sucre soluble durant la deuxième heure est différent du sucre solubilisé durant la première heure.

Eh bien, pour les superphosphates il en est de même pour nous.

Il y a certains superphosphates qui, en 15 heures à froid et 1 heure à 40 degrés, ne donneront pas tout le phosphate soluble dans le citrate, mais qui exigeront une durée de 2 heures peut-être.

Tandis qu'au bain-marie à l'ébullition, où la température monte dans le liquide à 90-92 degrés environ, la solubilité est rapide, constante et nous n'avons pas raison de croire que le phosphate solubilisé dans la première heure à 40 degrés doit avoir une action plus énergique que le phosphate entré en dissolution pendant la deuxième heure, si la cause réside surtout dans la difficulté que présentent des grains de certains superphosphates à l'action du citrate d'ammoniaque par la présence de matières étrangères.

Nous avons fait des essais qui ont démontré aussi que durant le chauffage il se perdait *très peu d'ammoniaque* pour les cas ordinaires.

Seulement pour les scories il faut mettre un excès d'ammoniaque pour maintenir la liqueur alcaline.

Dans ces conditions, on peut s'assurer que le chauffage prolongé n'entraîne pas la dissolution de phosphate autre que celui que le citrate d'ammoniaque aurait enlevé à froid ou à 40 degrés en prolongeant l'action pour avoir tout le soluble dans le citrate.

Notre principe est donc l'épuisement total du superphosphate ou de l'engrais par le citrate d'ammoniaque.

Y a-t-il eu des essais exécutés dans ce sens et quels en sont les résultats ?

Puisqu'il faut opérer rapidement d'un autre côté, a-t-on essayé la pesée directe du phospho-molybdate d'ammoniaque séché à l'étuve à eau pour connaître le dosage de l'acide phosphorique et par le coefficient **0.0375** ?

La précipitation étant faite en présence du citrate d'ammoniaque

pour éviter la précipitation de l'acide molybdique et le chauffage du mélange au bain-marie bouillant durant 1 heure.

Pour ces deux questions nous donnerons aussi des mémoires.

SUR LE DOSAGE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE SOLUBLE DANS LE CITRATE D'AMMONIAQUE. — ATTAQUE DES SUPERPHOSPHATES PAR LE CITRATE D'AMMONIAQUE A CHAUD

Par H. Pellet

On a reconnu que certains phosphates ne se dissolvaient pas complètement à froid dans le citrate de Joulie, dans l'espace d'une heure. On a proposé et adopté une durée de digestion de 12 à 24 heures. Par la méthode Petermann on a adopté dès le début, une heure de digestion à 40 degrés et l'on n'a pas modifié cette durée.

On sait cependant que si l'on chauffe pendant 2 heures il y a souvent une quantité d'acide phosphorique plus élevée qu'après une heure ; mais certains chimistes pensent que ce phosphate soluble pendant la deuxième heure est moins assimilable que celui passé en solution durant la première heure. Il n'y a aucune expérience à ce sujet.

Nous croyons que cette dose d'acide phosphorique soluble dans la deuxième heure ne provient que de ce que, durant la première heure, l'attaque ou la digestion a été incomplète. Cela dépend des superphosphates.

On sait qu'il est parfois très difficile de pulvériser les superphosphates, lesquels sont généralement mis en digestion avec le citrate d'ammoniaque après un mélange aussi intime que possible, sans cependant, croyons-nous, avoir fait subir à cette matière aucun broyage. Ces superphosphates présentent donc des grains très variables, et, malgré la division au mortier, il est possible qu'on n'atteigne pas la division que l'on pourrait obtenir si la matière était sèche.

De plus, le sulfate de chaux qui enrobe les granules de super-

phosphate peut gêner l'action de l'acide sulfurique ou phosphorique sur les silicates que renferment tous les superphosphates en plus ou moins grande quantité, nuit également à l'action du citrate d'ammoniaque.

Pour nous, nous pensons que la digestion dans le citrate d'ammoniaque doit être faite à une température qui facilite considérablement l'action de ce réactif, et nous avons essayé le chauffage au bain-marie bouillant durant une demi-heure. Nous avons reconnu, qu'après ce laps de temps l'action du citrate d'ammoniaque était terminée et que sur un phosphate minéral on pouvait la prolonger une heure, deux heures et même quatre heures sans augmenter la dose d'acide phosphorique soluble dans le réactif.

On a donc ainsi le total de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque, et on n'a pas besoin d'attendre 12 ou 24 heures à froid, ni de surveiller une température de 40 degrés.

En appliquant cette méthode à des superphosphates, nous avons trouvé de 7 à 15 p. 100 d'acide phosphorique en plus que par le citrate appliqué à 40 degrés.

Pour dire que l'acide phosphorique solubilisé durant la deuxième heure doit être aussi assimilable que celui de la première heure, nous ferons un rapprochement avec ce qui se passe dans le dosage du sucre par la digestion aqueuse ou alcoolique.

Prenons une pulpe ordinaire relativement fine. Si nous y ajoutons de l'alcool et qu'on laisse digérer une heure à froid, on aura une richesse saccharine de 11.50. Si, au contraire, on prend de la même betterave divisée à l'état de crème, à froid et presque instantanément, on aura 11.80 à 11.90.

D'autre part, si l'on chauffe la première pulpe à 75-80 degrés, on aura également 11.80 à 11.90.

Or, le sucre trouvé en plus par la digestion à chaud ou par une division plus grande de la pulpe, est bien du sucre identique à celui que l'on a dosé directement la première fois.

Avec une digestion aqueuse, c'est la même chose. Si on chauffe un quart d'heure à 75-80 degrés une pulpe fine, la digestion est terminée alors qu'avec une pulpe plus grossière il faudra une demi-heure.

Pour nous, les superphosphates ne pouvant être divisés comme une

matière sèche, il y a lieu de faciliter la dissolution du phosphate soluble dans le citrate par l'application d'une température autre que celle que l'on a adoptée jusqu'ici et nous proposons alors une demi-heure de chauffage au bain-marie à l'ébullition avec le citrate Petermann.

Dans ces conditions, l'ammoniaque ne s'évapore qu'en très petite quantité et l'on peut mettre du reste un tube refroidisseur au ballon dans lequel se fait l'attaque.

Il n'y a que les phosphates Thomas[1] où, la chaux réagissant, il y a lieu d'ajouter 15 à 20 cent. cubes d'ammoniaque pour laisser la liqueur alcaline.

Cette méthode, croyons-nous, évitera bien des discussions à propos des résultats différents obtenus seulement par suite de conditions diverses dans lesquelles se présentait l'échantillon. Avec le traitement à chaud, on se trouvera dans les mêmes conditions que pour l'analyse des pulpes. Avec la diffusion ou digestion aqueuse à chaud, on peut se servir de n'importe quelle pulpe, l'épuisement est complet, tandis que pour les procédés à froid il faut une pulpe spéciale très fine.

Nous avons fait des essais comparatifs entre la méthode ordinaire de Petermann et la nouvelle méthode à chaud qui ont démontré que lorsque l'attaque était bien faite avec le citrate à 40 degrés, on n'avait pas de différence.

ENGRAIS COMPOSÉS.		SUPERPHOSPHATES.	
Méthode ordinaire des laboratoires agricoles 15 heures à froid et 1 heure à 40 degrés.	Par le citrate à chaux au bain-marie à 100 degrés 1 heure.	Méthode ordinaire 15 heures à froid et 1 heure à 40 degrés.	Par le citrate d'ammoniaque au bain-marie à 100 degrés 1 heure.
4,43	4,53	13,93	14,25
5,36	5,55	15,15	15,15
6,14	6,33	15,72	16,00
6,40	6,70	16,35	16,35[2]
7,02	7,10		
7,14	7,46		
7,44	7,78		

1. Le phosphate Thomas contient en effet de la chaux libre et de la chaux sous forme de silicate facilement décomposable par les sels ammoniacaux. Il se produit alors un sel de chaux de l'ammoniaque libre qui se dégage et de la silice gélatineuse.

2. Pour ce dernier on a essayé l'action du citrate pendant 4 heures et on n'a trouvé que 16.31.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU BLÉ

Par C.-V. Garola, professeur départemental d'agriculture, directeur de la Station agronomique de Chartres.

I.

Depuis plusieurs années, de concert avec un agriculteur des plus distingués d'Eure-et-Loir, M. Omer Benoist, notre ami, nous nous livrons à la culture comparative de nombreuses variétés de blés d'élite, en les plaçant toutes dans les mêmes conditions de climat, de sol, de culture et d'engrais, afin de pouvoir juger de leur valeur relative au point de vue de l'agriculture beauceronne. Les résultats culturaux de nos trois premières années d'essais ont été publiés, en 1888, dans nos rapports sur les champs d'expériences et de démonstration. Les résultats de la récolte de 1888 seront publiés de même en 1889.

Nous avons pensé qu'outre les recherches culturales proprement dites, il ne serait pas inutile de nous livrer à quelques recherches de laboratoire, afin de déterminer, à côté de la valeur brute que nous donnent nos études antérieures, la valeur alimentaire réelle de chacune de nos variétés. L'analyse des vingt-huit variétés que nous avons cultivées en 1886-87 a été entreprise dans ce but. Les résultats que nous avons obtenus sur ces variétés nombreuses et placées absolument dans les mêmes conditions de végétation, si on les rapproche des rendements constatés, donneront la mesure des variations de composition dues à l'influence héréditaire de la variété d'une part, et de l'autre des écarts que l'on peut observer dans les prélèvements de substances fertilisantes dont sont capables des organismes voisins, mais bien différenciés par leurs caractères extérieurs, leurs aptitudes et leur généalogie.

Depuis que nous avons entrepris ces recherches, M. A. Pagnoul a publié dans les *Annales agronomiques* une étude intitulée : « Richesse et densité du blé ». On nous permettra de faire remarquer que, dans sa conception et ses détails, ce travail, si intéressant,

diffère entièrement du nôtre. On y a examiné, en effet, de très nombreuses variétés de blés, *d'origines différentes*, sous le rapport principalement de l'azote, de l'acide phosphorique et de la densité. Nous nous sommes occupé au contraire de variétés différentes, *cultivées dans les mêmes conditions de sol, de climat et d'engrais depuis plusieurs années*. Nous n'avons eu à analyser qu'un nombre de variétés beaucoup moins grand, mais nous avons cru utile d'en faire l'analyse immédiate, et d'y déterminer la potasse, à côté de l'acide phosphorique et de l'azote.

Enfin, sauf en ce qui concerne l'azote, pour le dosage duquel nous avons eu recours comme M. Pagnoul à la méthode de Kjeldahl, les procédés que nous avons suivis sont assez différents, surtout en ce qui concerne l'acide phosphorique.

Les recherches de notre savant collègue font connaître l'amplitude des variations de l'azote et de l'acide phosphorique dans les blés produits en France et à l'étranger. Notre ambition est plus modeste, et nos analyses ne montrent que les différences de composition dues à l'action de la *variété* acclimatée dans le pays où nous avons pris nos échantillons.

II. — Rendements obtenus en 1887. Observations culturales.

Dans le tableau qui va suivre, nous avons condensé, à côté du rendement en paille et en grain de nos variétés en 1887, nos observations culturales pour cette campagne ; nous aurons ainsi bien caractérisé les conditions de développement de chacune. Le semis de tous les blés avait eu lieu le 29 octobre 1886, dans un terrain de qualité moyenne, après fourrage vert en récolte dérobée sur jachère ; trois labours, fumure en bon fumier de ferme additionné de 400 kilogr. de superphosphate minéral à l'hectare.

Nous aurons l'occasion, plus tard, de reprendre l'étude agricole et la description de nos variétés, depuis le commencement de nos recherches expérimentales. Nous nous bornerons ici à donner les renseignements précis que nous avons recueillis sur les blés mêmes que nous avons analysés. Le rapprochement des résultats culturaux et des résultats analytiques permettra de reconnaître quelles sont

les variétés qui produisent à l'hectare le plus de matière nutritive. Les variétés sont classées dans l'ordre de leur rendement en grain, nous conserverons cet ordre dans le tableau général des analyses pour faciliter les comparaisons.

Enfin, nous ferons observer que les noms qui servent à désigner les variétés de blés étudiées sont ceux de la nomenclature de M. H. Levêque de Vilmorin.

TABLEAU.

Tabl

	VARIÉTÉS.	POIDS du grain.	POIDS de la paille.	TALLAGE.	APPARENCE en mai.		APPARENCE en juin.
1	Rouge de Bordeaux.	3200	6100	Peu.	Superbe.	13	Superbe.
2	Victoria	2900	5650	Beaucoup.	Beau, un peu tardif.	21	Tige puissante et vigoureuse, épi superbe.
3	Dattel	2850	5200	Beaucoup.	Beau, se cotant bien.	19	Beau, de moyenne hauteur.
4	Lamed	2850	5050	Peu.	Beau, demi-hâtif.	16	Beau, teinte bleue.
5	Square head suédois	2850	5250	Énormément.	Robuste, mais trop tardif.	19	Tige grosse, courte, raide, épi carré.
6	De Saumur (Gris de St-Laud).	2800	5350	Point ou peu.	Hâtif, clair.	16	Tige longue, trop verte.
7	Redchaff-Dantzick	2800	5500	Beaucoup.	Végétation moyenne.	19	Tardif, dru.
8	Blanc de Mareuil	2750	5350	Modérément.	Beau, un peu tardif.	18	Tige violacée à l'extrémité.
9	Browick	2750	4800	Beaucoup.	Tardif, très ordinaire.	21	Tige droite, relativement courte et grosse.
10	Blanc de Hongrie	2750	5400	Beaucoup.	Végétation moyenne.	18	Épi carré.
11	Blanc de Flandre (de Bergues).	2700	5200	Beaucoup.	Belle végétation, un peu tardive.	18	Verse à craindre.
12	Rouge de Saint-Laud	2700	4650	Point.	Hâtif, un peu clair.	16	Tige courte, raide, trop verte.
13	Hickling	2700	5050	Beaucoup.	Un peu tardif.	21	Épi compact, terminé en pointe.
14	Richelle de Naples	2600	4750	Point.	Très hâtif.	11	Très hâtif.
15	Prince-Albert.	2550	4900	Beaucoup.	Tardif.	21	Tige vigoureuse.
16	Svalof suédois	2550	4750	Beaucoup.	Très tardif.	21	Épis superbes.
17	Rouge prolifique suédois . . .	2550	4800	Énormément.	Très tardif.	20	Paille, violacée, beaux épis.
18	Rousselin.	2550	5300	Très peu.	Hâtif.	14	Tige longue, fine, molle.
19	Bleu ou de Noé.	2500	4350	Très peu.	Très hâtif.	12	Teinte bleue.
20	Blé-seigle.	2500	5450	Peu.	Hâtif.	14	Paille trop longue.
21	Talavera de Bellevue	2500	5000	Peu.	Très hâtif.	11	Paille longue et flexible.
22	Hallet Pedigree rouge.	2450	4550	Beaucoup.	Très tardif.	21	Bel épi.
23	Hallett Pedigree White Victoria. (2e génération française.)	2450	4850	Beaucoup.	Tardif.	18	Belle végétation, bel épi.
24	Spalding	2450	5950	Beaucoup.	Tardif.	19	Ordinaire.
25	De Haie ou de Tunstall. . . .	2400	5000	Un peu.	Tardif.	19	Épis veloutés.
26	De Zélande.	2300	4300	Très peu.	Très hâtif.	10	Le premier à épier.
27	Goldendrop ou rouge d'Écosse.	2100	4300	Énormément.	Tardif.	21	Végétation faible, tardive
28	Trump	2050	4350	Beaucoup.	Assez avancé.	20	Demi-hâtif.

1.

MATURITÉ.	RÉSISTANCE à l'hiver.	QUALITÉ du grain.	OBSERVATIONS.
Bonne.	Bonne.	Bonne.	L'année, extrêmement sèche, a été très favorable à ce blé qui n'a ni rouillé ni versé. La paille est pleine et lourde. Il est difficile à obtenir exempt d'épis barbus.
Assez bonne.	Bonne.	Assez bonne.	Beau et bon blé, pas assez hâtif et donnant trop de paille pour la Beauce.
Assez bonne.	Très bonne.	Bonne.	Belle paille mais légère; grain blanc, assez gros et court, souvent très beau. Obtenu par M. de Vilmorin par hybridation du Prince-Albert et du Chiddam à épi rouge, il a beaucoup des caractères de ce dernier.
Assez bonne.	Bonne.	Assez bonne.	Très facile à battre, s'est égrainé par le vent, difficile à obtenir pur. Hybridé du Prince-Albert et du Noé ; il ressemble un peu au blé de Bordeaux, il est moins hâtif et la paille est plus creuse.
Très mauvaise.	Très bonne.	Très mauvaise.	Mauvaise variété pour le sol et le climat de la Beauce.
Assez bonne.	Mauvaise.	Assez bonne.	Année favorable pour ce blé à cause de la sécheresse qui a empêché la rouille et la verse auxquelles il est sujet.
Assez bonne.	Très bonne.	Assez bonne.	Paille blanche, haute ; épi d'un blanc rougeâtre ; grain blanc, court, petit. Variété tardive, convient aux terres riches et profondes.
Bonne.	Bonne.	Bonne.	Paille blanche, pleine, lourde et souple; grain blanc, allongé et effilé aux extrémités, très beau; convient aux terres moyennes, surtout chaudes et calcaires.
Médiocre.	Bonne.	Assez bonne.	Épi rouge, tassé comme une massue; grain rouge, gros. Variété résistant bien à la verse, qui conviendrait bien à la Beauce si elle était plus hâtive.
Assez bonne.	Bonne.	Médiocre.	Paille blanche, de hauteur moyenne; grain blanc, court, un peu glacé. Convient aux sols légers et calcaires, n'est pas trop sujet à la rouille et à la verse.
Médiocre.	Bonne.	Médiocre.	Paille blanche, abondante; bel épi; grain blanc, long et gros, donne de grands rendements dans les bonnes terres des pays à climat tempéré, aurait versé sans la sécheresse.
Assez bonne.	Mauvaise.	Assez bonne.	Paille courte et raide; épi carré, tassé, court, craint peu la verse, beaucoup la rouille, s'écourte à la moisson.
Mauvaise.	Bonne.	Mauvaise.	Paille de hauteur moyenne, blanche, assez raide; grain d'un blanc jaune. Convient aux terres saines et calcaires.
Bonne.	Mauvaise.	Très bonne.	Paille blanche, très flexible; grain très gros, allongé, blanc. Ce beau blé craint la rouille, la verse et le froid.
Très mauvaise.	Bonne.	Très mauvaise.	Paille grosse, longue, feuillue; grain rouge, souvent très maigre, tardif, sujet à la verse et à l'échaudage.
Médiocre.	Bonne.	Médiocre.	Ce blé, offert par la Suède à M. Schribaux pour le comparer avec les meilleurs de nos pays, est du Victoria; il en a les qualités et les défauts.
Mauvaise.	Très bonne.	Mauvaise.	Ce blé est certainement du rouge d'Écosse ou Goldendrop.
Assez bonne.	Médiocre.	Assez bonne.	Paille trop longue, trop fine et trop molle, se casse à la maturité; grain allongé, très gros, blanc, très sujet à la rouille et à la verse.
Bonne.	Médiocre.	Bonne.	S'est trouvé trop clair, n'a pas rouillé grâce à la sécheresse.
Mauvaise.	Bonne.	Médiocre.	Paille très haute et molle, sujette à verser; épi rouge brun; grain rouge, souvent maigre. Conviendrait aux terres maigres et pauvres.
Médiocre.	Médiocre.	Assez bonne.	Paille blanche, haute et fine; épi long, mince et lâche; grain blanc, allongé, très beau, sensible au froid, à la verse, à la rouille.
Mauvaise.	Bonne.	Médiocre.	Paille blanche; épi superbe; grain rouge, trop tardif, ressemble au Victoria mais plus tardif encore.
Mauvaise.	Bonne.	Médiocre.	Mêmes qualités et mêmes défauts que le Victoria.
Mauvaise.	Bonne.	Mauvaise.	Paille assez haute, assez forte; grain rouge, souvent maigre, d'origine anglaise, il est rustique et peu exigeant.
Médiocre.	Assez bonne	Médiocre.	Paille blanche, courte; épi blanc, couvert de duvet; grain blanc et mince.
Bonne.	Mauvaise.	Assez bonne.	Paille blanche, longue; épi très lâche; gros grain blanc, très sensible au froid.
Mauvaise.	Très bonne.	Très mauvaise.	Ce blé est très rustique, supporte les hivers les plus rigoureux, mais donne un grain souvent glacé, peu estimé par la meunerie.
Mauvaise.	Bonne.	Mauvaise.	Épi maigre et léger.

III. — Étude physique du grain.

Ainsi que nous l'avions fait dans une étude sur la valeur alimentaire de diverses variétés d'avoine, publiée dans le *Bulletin du Ministère de l'Agriculture* (année 1887, page 842), nous avons commencé par étudier les caractères physiques des grains que nous avions à analyser. Le tableau n° 2, que nous donnons ci-après, renferme les résultats obtenus.

Le poids du litre a été pris en faisant tomber naturellement le grain dans la mesure, sans tassement, puis en opérant l'arasement avec un cylindre, comme on fait dans la pratique courante.

Le volume des grains, abstraction faite des vides laissés entre eux, a été déterminé en introduisant, dans un ballon jaugé de 100 centimètres cubes, les 1,000 grains préalablement pesés, et en remplissant le flacon jusqu'au trait avec une burette graduée. Le volume d'eau employé retranché de 100 centimètres cubes donne le volume réel occupé par le grain. Il faut dans cette opération avoir soin de chasser par l'agitation les bulles d'air qui pourraient rester adhérentes aux grains.

Du volume et du poids de 1,000 grains, on déduit la densité, ou poids de l'unité de volume réel du grain.

Le nombre de grains par litre et par kilogr. se déduit du poids du litre, et du poids de 1,000 grains. Enfin, le volume réel d'un litre de blé, vides déduits, s'obtient en multipliant le nombre de grains par litre, par le volume réel du grain.

Tableau n° 2.

NUMÉROS d'ordre.	VARIÉTÉS.	POIDS de 1 litre.	POIDS de 1000 grains.	VOLUME réel de 1000 grains.	VOLUME réel d'un litre.	DENSITÉ apparente du grain.	NOMBRE de milliers de grains par litre.	NOMBRE de milliers de grains par kil.
		gr.	gr.	cc	cc			
1	Rouge de Bordeaux . .	780	43	32	575.6	1.34	18.3	23.2
2	Victoria d'automne. . .	760	40	30	570.0	1.33	19.0	25.0
3	Dattel.	780	43	30.5	552.0	1.40	18.1	23.2
4	Lamed	760	43	32	556.8	1.34	17.4	23.2
5	Square head suédois . .	750	35	28	599.2	1.25	21.4	28.5
6	Gris de Saint-Laud . .	780	41	30	570.0	1.37	19.0	24.4
7	Redchaff Dantzick. . .	780	38	30	615.0	1.27	20.5	26.3
8	Blanc de Mareuil . . .	740	45	34	555.6	1.32	16.4	22.2
9	Browick.	770	38	30	606.0	1.23	20.2	26.3
10	Blanc de Hongrie . . .	780	36	26	561.6	1.38	21.6	27.7
11	Blanc de Bergues . . .	770	38	28	565.6	1.36	20.2	26.3
12	Rouge de Saint-Laud. .	780	42	31	573.5	1.35	18.5	23.8
13	Hickling	750	34	27	574.0	1.25	22.0	29.4
14	Richelle de Naples. . .	800	46	34	605.2	1.35	17.8	22.2
15	Prince-Albert	760	38	28	565.6	1.35	20.2	26.4
16	Svalof suédois.	760	42	32	576.0	1.31	18.0	23.8
17	Rouge prolifique suédois	770	38	26	527.8	1.46	20.3	26.3
18	Rousselin	780	50	36	561.6	1.38	15.6	20.0
19	Bleu ou de Noé	800	45	34	605.2	1.32	17.8	22.2
20	Blé-seigle	770	43	32	569.6	1.34	17.8	23.2
21	Talavera de Bellevue. .	760	42	33	594.0	1.27	18.0	23.8
22	Hallett Pedigree rouge.	760	41	30	555.0	1.37	18.5	24.4
23	Hallett White Victoria.	770	34	26	587.6	1.30	22.6	29.4
24	Spalding	740	32	26	553.8	1.23	21.3	31.2
25	De Haie ou Tunstall . .	760	36	27	569.7	1.36	21.1	27.7
26	Zélande	800	50	38	604.0	1.31	16.0	20.0
27	Rouge d'Écosse	740	35	27	569.7	1.29	21.1	28.5
28	Trump	760	32	26	618.8	1.23	23.8	31.2
	MOYENNES	771	40.0	30.1	577.1	1.32	19.3	25.35

En moyenne nos cultures de 1886-87 nous ont donné, pour 28 variétés, un poids de l'hectolitre égal à 77^{kg},1, avec un minimum de 74 kilogr. et un maximum de 80 kilogr.

Le poids du grain moyen est de 40 milligrammes. Le grain moyen le plus lourd en pèse 50, et le plus léger 32.

La densité moyenne est de 1.32, avec un maximum de 1.46 et un minimum de 1.23.

Le nombre de grains est en moyenne de 19,300 par litre, et de 25,350 par kilogr. Le minimum est de 15,600 grains par litre et de

20,000 par kilogr., tandis que le maximum atteint 23,800 grains d'une part, et 31,200 de l'autre.

Le volume du grain moyen oscille entre 36 et 26 millimètres cubes, avec une moyenne de $30^{mm3},1$.

Le volume réel du blé contenu dans un litre varie de $618^{cc},8$ au maximum à $527^{cc},8$ au minimum. Le volume des vides laissés par le grain est donc en moyenne de 42 p. 100 [1].

Le volume réel du grain nous semble devoir être, dans une certaine mesure, caractéristique de sa qualité, si l'on considère une même variété. Les blés échaudés ou mal venus, les blés versés ou rouillés, sont toujours ridés et n'atteignent jamais le volume normal des grains qui se sont développés dans des conditions favorables. Lorsqu'on étudie des variétés diverses, ce signe est moins probant, car il y a des blés à gros grains et des blés à petits grains. Toutefois, le volume réel est toujours une indication d'une certaine valeur, et le classement établi d'après cette donnée ne diffère pas beaucoup du classement industriel.

En effet, si l'on divise nos variétés en deux groupes : 1° celles dont les grains ont été de bonne ou d'assez bonne qualité ;

2° Celles à grains médiocres ou mauvais, on voit que le volume des grains de la première catégorie varie entre 30 et 36^{mm3}, avec une moyenne de $32^{mm3},7$; tandis que, dans le second groupe, le volume varie de 26 à 32^{mm3}, avec une moyenne de 27,7. Enfin, il faut noter que le volume de 32^{mm3} est atteint seulement par 2 blés du second groupe, sur 14 qui le composent.

IV. — Étude chimique du grain.

Nous avons déterminé directement, dans nos grains, l'eau, la matière azotée, la graisse, les cendres, la cellulose brute, l'acide phosphorique et la potasse. L'amidon et ses congénères ont été déterminés par différence.

L'eau a été dosée par perte de poids à 100-110°, à l'étuve de Wiessnegg, munie d'un régulateur de température à air. Nos blés

1. M. Pagnoul a obtenu comme moyenne :

Poids du grain moyen.	41 milligr.
Volume du grain moyen	32 millim. cubes.
Densité —	1.31

ayant été conservés plusieurs mois dans un local bien sec, accusent généralement par suite un taux d'humidité un peu faible. La moyenne est inférieure de 2 p. 100 au taux admis par M. Pagnoul.

Le taux de la matière azotée a été déduit du dosage de l'azote, en multipliant ce dernier par 6,25. Nous avons dosé l'azote par la méthode de Kjeldahl, sur 2 grammes de grains entiers, attaqués par 1 gramme de mercure et 20^{cc} SO^3,HO. La distillation de l'ammoniaque a été faite à l'aide de l'appareil de Schlœsing, muni d'un serpentin ascendant d'étain, modification que nous avons introduite il y a près de 5 ans à cet appareil. Le réactif colorant qui nous a servi d'indicateur est la cochenille. Le CO^2 n'a pas d'influence sur lui comme sur le tournesol, et le virage est d'une netteté remarquable[1].

Pour obtenir la graisse, nous avons épuisé 10 grammes de blé grossièrement moulus, à l'aide de l'éther. Le blé était placé dans un tube effilé, maintenu par un support, au-dessus d'une capsule tarée. L'épuisement terminé, la capsule était soumise à l'évaporation, puis pesée après dessiccation à 100°.

Nous avons déterminé la cellulose brute par la méthode décrite par L. Grandeau dans son *Traité d'analyse des matières agricoles*, en ayant recours au siphon-filtre de Bartmann, dont l'emploi diminue considérablement la durée de ce dosage.

Les cendres grises ont été obtenues par l'incinération, au fourneau à moufle, de 10 grammes de grains entiers, placés dans des capsules plates de Berlin. Celles-ci étaient couvertes au début pour éviter les projections. Comme cela ressortira de notre étude sur le dosage de l'acide phosphorique, les taux de cendres du tableau suivant sont trop faibles. On doit les majorer de 31 p. 100 du poids de l'acide phosphorique trouvé, soit en moyenne de 0,219. Nous avons fait figurer les taux bruts de cendres au tableau des analyses, sans correction, pour ne pas rompre avec les méthodes anciennes, mais nous devions signaler la nécessité d'opérer une correction aussi importante.

Les dosages de l'acide phosphorique et de la potasse ont été effectués par des procédés que nous décrirons en détail plus loin et

1. La préparation de la cochenille est indiquée dans le *Traité de chimie volumétrique* de Fr. Mohr.

qui assurent contre toute perte de phosphore ou de chlorure de potassium par la calcination de la substance [1].

Dans les quatre pailles que nous avons analysées, nous avons dosé l'azote, l'acide phosphorique et la potasse, de la même manière que dans les grains.

Tableau n° 3.

NUMÉROS.	NOMS DES VARIÉTÉS.	COMPOSITION IMMÉDIATE.						AZOTE.	ACIDE phosphorique.	POTASSE.
		Eau.	Matière azotée.	Graisse.	Cellulose.	Amidon, etc.	Cendres.			
1	Rouge de Bordeaux	12.23	12.86	1.42	2.68	69.95	1.86	2.06	0.73	0.43
2	Victoria d'automne	8.69	11.16	1.46	2.60	74.24	1.85	1.78	0.66	0.42
3	Dattel	13.13	13.60	1.38	2.82	67.21	1.86	2.16	0.80	0.58
4	Lamed	13.24	14.87	1.42	2.76	65.59	2.12	2.38	0.77	0.60
5	Square head suédois	11.60	13.56	1.43	3.34	68.16	1.91	2.17	0.69	0.55
6	Gris de Saint-Laud	13.54	13.06	1.29	2.70	67.49	1.92	2.09	0.72	0.41
7	Redchaff Dantzick	11.99	12.12	1 34	3.30	70.35	1.90	1.94	0.72	0.38
8	Blanc de Mareuil	11.91	11.93	1.32	3.08	69.97	1.79	1.91	0.75	0.68
9	Browick	12.86	11.96	1.30	2.64	69.10	2.14	1.91	0.73	0.48
10	Blanc de Hongrie	12 26	12.12	1.24	2.76	69.42	1.60	1.94	0 80	0.48
11	Blanc de Flandre (de Bergues)	10.96	11.81	1.30	2.66	71.57	1.70	1.89	0.69	0.50
12	Rouge de Saint-Laud	10.67	11.81	1.30	2.78	72.72	1.72	1.89	0.70	0.48
13	Hickling	10.71	12.86	1.31	2.48	70.05	1.59	2.06	0.51	0.42
14	Richelle de Naples	10.64	11.16	1.30	2.34	73.18	1.38	1.79	0.64	0.41
15	Prince-Albert	12.47	13.06	1.27	3.01	68.34	1.78	2.09	0.78	0.45
16	Svalof suédois	12.94	13.94	1.46	2.78	67.36	1.54	2.23	0.69	0.39
17	Rouge prolifique suédois	10.08	13.31	1.23	3.00	70.70	1.68	2.13	0.70	0.44
18	Rousselin	13.29	14.53	1.31	2.60	66.34	1.93	2.31	0.74	0.52
19	Bleu ou de Noé	10.99	12.86	1.36	3.16	70.11	1.52	2.06	0.65	0.50
20	Blé-seigle	9.95	11.16	1.27	2.78	73.18	1.66	1.79	0.71	0.60
21	Talavera de Bellevue	10.99	11.16	1.35	2.82	72.07	1.61	1.79	0.73	0.41
22	Hallett Pedigree rouge	12.20	15.81	1.44	2.74	65.90	1.91	2.53	0.68	0.42
23	Hallett Pedigree white Victoria	12.13	13.06	1.30	2.96	68.75	1.80	2.09	0.93	0.45
24	Spalding	13.37	12.12	1.34	3.02	68.57	1.58	1.94	0.89	0.43
25	De Haie ou Tunstall	13.02	13.93	1.38	2.82	65.98	1.87	2.23	0.90	0.40
26	De Zélande	11.12	11.96	1.26	2.96	70.99	1.71	1.92	0.73	0.42
27	Rouge d'Écosse	12.70	12.62	1.36	3.20	68.18	1.91	2.02	0.85	0.42
28	Trump	13.77	13.93	1.33	3.33	65.50	2.14	2.23	0.78	0.39
	BLÉ MOYEN 1887	11.91	12.75	1.34	2.86	69.36	1.78	2.01	0.74	0.48

Nous pouvons, d'après le tableau qui précède, assigner au grain moyen de notre récolte la composition suivante :

1. Voir dans la suite : *Dosage de l'acide phosphorique et de la potasse dans les matières organiques.*

	P. 100 de grain normal sans rectification.	P. 100 de grain sec rectifié.
Eau	11.91	0.00
Matière azotée	12.75	14.47
Graisse	1.34	1.52
Cellulose brute	2.86	3.25
Amidon et congénères	69.36	78.38
Cendres	1.78	2.38
Azote	2.04	2.315
Acide phosphorique	0.74	0.840
Potasse	0.48	0.545

Dans la 2e colonne nous avons rectifié le taux des cendres, en tenant compte des pertes de PhO^5 dues à la calcination.

Les blés que nous avons soumis à l'analyse présentent, comme le démontre ce qui précède, un taux de protéine notablement supérieur à celui que M. Pagnoul a trouvé dans sa collection. En effet, pour 100 de blé sec nous avons 14.46 de matière azotée au lieu de 12.136. Nous trouvons aussi un taux moyen d'acide phosphorique sensiblement supérieur, à savoir : 0.84 au lieu de 0.7695.

Ces divergences ne doivent pas surprendre : car sur les 28 variétés que nous avons analysées, il n'y en a pas plus de 4 qui figurent dans le tableau dressé par notre savant collègue. La plus grande richesse de nos variétés en protéine et en acide phosphorique est la conséquence de ce fait que nous n'avons étudié que des variétés de choix, provenant d'une culture où l'azote abonde et où l'acide phosphorique est fourni sans parcimonie.

Les écarts extrêmes de composition que nous avons constatés ressortent du tableau de détail suivant. Nous les comparons encore aux écarts relatés par M. Pagnoul :

	M. GAROLA.			M. PAGNOUL.		
	Minimum.	Maximum.	Écart max.	Minimum.	Maximum.	Écart max.
Eau	8.69	13.54	4.85	10.00	16.88	6.88
Matière azotée	11.16	15.81	4.65	7.87	16.06	8.19
Graisse	1.24	1.46	0.22	»	»	»
Cellulose brute	2.34	3.34	1.00	»	»	»
Amidon, etc.	65.59	73.18	7.59	»	»	»
Cendres	1.38	2.14	0.76	»	»	»
Azote	1.78	2.53	0.75	»	»	»
Acide phosphorique	0.51	0.93	0.42	0.448	1.016	0.57
Potasse	0.38	0.68	0.30	»	»	»

On remarquera, comme c'est tout naturel, que les écarts de nos essais sont moins considérables que ceux des essais de la station d'Arras; ou, en d'autres termes, que l'influence seule de la variété est moins grande que les influences combinées de la variété et du sol sur la composition du grain. L'individualité, d'autre part, nous paraît exercer sur la constitution du grain une action plus marquée que l'habitat, car, si les écarts constatés par M. Pagnoul sont toujours plus grands que les nôtres, les différences que nous obtenons en soustrayant nos écarts des siens sont inférieures à nos écarts maxima.

Dosage en cellulose et qualité. — Nous avons déjà montré plus haut que la qualité commerciale de nos blés est en relation directe avec le volume réel du grain. Dans ce dernier, l'enveloppe, qui formera le son, contient presque toute la cellulose brute. En effet, tandis que la farine ne renferme pas en moyenne plus de 1/2 p. 100 de ce corps, le son en contient généralement 18 p. 100. La richesse en cellulose d'un blé est donc un indice de la proportion de l'écorce ou du son, et par suite du rendement en farine et gruau.

Plus donc le taux de cellulose dans un blé est élevé, moins ce blé a de qualité marchande.

Cette considération nous a conduit à comparer la qualité du grain inscrite au tableau n° 1 au taux de cellulose du tableau n° 3, et notre examen nous a donné les moyennes suivantes qui nous semblent caractéristiques :

QUALITÉ DU GRAIN.	CELLULOSE.
Bonne et assez bonne	2.80
Mauvaise et très mauvaise	3.31

Le dosage de la cellulose, comme la détermination du volume réel du grain, a donc une utilité certaine pour la spécification de la qualité de ce dernier. Ce dosage éclairera le meunier sur le rendement probable en son. La proportion du son atteint environ 5 fois et demie celle de la cellulose.

Nous donnons ci-après le rendement probable en son et recoupes du blé le plus mauvais, d'un blé très bon et du blé moyen. Pour les autres, le lecteur nous suppléera en effectuant le calcul indiqué.

Square head (très mauvais)	18.5
Richelle de Naples (très bon)	13.0
Blé moyen	15.8

Les deux déterminations réunies, de la cellulose et du volume réel, fournissent des éléments certains d'appréciation : *Tous les blés, analysés plus haut, qui renferment plus de 2.9 de cellulose ou ont un volume inférieur à 30 millimètres cubes, sont médiocres ou mauvais.*

Les anomalies constatées dans la détermination de la cellulose sont rectifiées par la mesure du volume. Tout grain petit et riche en cellulose est certainement mauvais. Les blés de Noé et blanc de Mareuil sont de bonne qualité, bien que dosant 3 p. 100 de cellulose, parce que leur volume s'élève à 34 millimètres cubes. Au contraire, le blé Hickling, qui ne dose que 2.48 de cellulose est mauvais parce qu'il n'a que 27 millimètres cubes de volume.

Le rapprochement des deux données pour les plus mauvais blés montre la réalité de ce que nous avançons.

BLÉS TRÈS MAUVAIS.	CELLULOSE.	VOLUME.
Square head	3.34	28
Trump	3.33	26
Rouge d'Écosse	3.30	27
Spalding	3.02	26
Prince-Albert	3.04	28

Azote et phosphore. — M. Pagnoul, en comparant les dosages d'azote et d'acide phosphorique, arrive à cette conclusion : « L'ensemble des échantillons les plus riches en azote donne en même temps la moyenne la plus élevée en acide phosphorique, mais il n'existe aucun rapport constant entre ces deux corps pour les échantillons pris individuellement. »

Nos recherches démontrent aussi qu'il n'y a pas de rapport constant entre ces deux éléments fondamentaux.

Ainsi pour les dix blés les plus riches en matière azotée, nous obtenons un dosage moyen d'acide phosphorique de 0,753.

Les dix blés suivants dosent en moyenne d'un côté 12.36 de matière azotée et 0.752 d'acide phosphorique.

Enfin, les 8 derniers blés renferment en moyenne 11.52 d'albuminoïdes et 0.701 d'acide phosphorique.

Le mouvement décroissant de l'acide phosphorique suit celui de

la matière azotée, mais irrégulièrement. Toutefois, nous croyons devoir faire observer que dans cette recherche des rapports entre les éléments nutritifs du grain, on ne peut obtenir de résultat sûr qu'en examinant exclusivement des blés réussis comme qualité. C'est pourquoi nous avons dressé le tableau de détail qui suit, dont nous avons exclu tous les blés de qualité médiocre ou mauvaise. Ce tableau, qui repose sur des données précises, fait beaucoup mieux ressortir le mouvement parallèle de décroissance des deux éléments considérés.

VARIÉTÉS.	QUALITÉ du grain.	MATIÈRE azotée.		ACIDE phosphorique.	
Lamed	A. B.	14.87	13.80	0.77	0.754
Rousselin	A. B.	14.53		0.74	
Dattel	B.	13.70		0.80	
De Saumur (gris de St-Laud)	A. B.	13.06		0.72	
De Bordeaux	B.	12.86		0.73	
De Noé	B.	12.86	12.16	0.65	0.716
Redchaff-Dantzick	A. B.	12.12		0.72	
Browick	A. B.	11.96		0.73	
De Zélande	A. B.	11.96		0.73	
Blanc de Mareuil	B.	11.93		0.75	
Rouge de Saint-Laud	A. B.	11.81	11.32	0.70	0.682
Talavera	A. B.	11.16		0.73	
Richelle de Naples	T. B.	11.16		0.64	
Victoria	A. B.	11.16		0.66	

Valeur réelle des blés. — Si l'on n'avait à considérer dans les blés que leur pouvoir nutritif total, leur valeur s'établirait facilement d'après l'analyse immédiate, comme nous l'avons fait autrefois pour les avoines. Mais le problème est beaucoup plus complexe. Nous croyons que la valeur réelle d'un blé dépend à la fois de sa productivité et de sa puissance nutritive en vue de la consommation humaine. Pour déterminer cette dernière, il faudrait savoir combien le blé rend de farine à la mouture, combien de gluten renferme la farine, et quelle est la qualité de ce gluten au point de vue de la panification. Ce sont là des données que nous ne possédons pas encore aujourd'hui. Pour les obtenir, le concours de la meunerie et celui de la boulangerie sont presque indispensables.

En attendant, nous croyons devoir nous contenter de classer nos blés d'après leur rendement en matière azotée par hectare, après élimination de ceux qui n'ont obtenu qu'une cote médiocre ou mauvaise à l'examen du praticien.

	VARIÉTÉS.	MATIÈRES AZOTÉES par hectare.
		Kilogr.
1	Lamed	423
2	Bordeaux	411
3	Dattel	388
4	Rousselin	370
5	Gris de Saint-Laud (de Saumur)	365
6	Redchaff-Dantzick	339
7	Browick	329
8	Blanc de Mareuil	328
9	Victoria	324
10	De Noé	321
11	Rouge de Saint-Laud	319
12	Richelle blanche de Naples	290
13	Talavera de Bellevue	279
14	De Zelande	275

Le classement ainsi obtenu répond bien à l'estime dont jouissent en Eure-et-Loir le Dattel, le Bordeaux et le Lamed. Le gris de Saint-Laud est estimé dans le nord-est du département. Le Redchaff, cultivé seulement à titre expérimental depuis trois ans, nous a paru mériter d'être répandu. Nous le cultivons cette année dans une dizaine de champs de démonstration. Si le blé de Noé n'était pas d'une trop grande susceptibilité à la rouille, il n'aurait pas perdu la vogue dont il a justement joui pendant longtemps. Le Dattel, très résistant à ce parasite et très productif, est destiné à prendre une grande extension dans la culture beauceronne.

III. — Aperçu des quantités de substances fertilisantes exportées du sol par la récolte.

Pour nous rendre un compte approximatif des quantités de matières fertilisantes exportées du sol par notre récolte, nous avons analysé les pailles de quatre de nos variétés.

Composition des pailles, pour 1000 kilogr. de matière normale.

VARIÉTÉS.	AZOTE.	ACIDE phosphorique.	POTASSE.
1 De Bordeaux.	4.10	0.95	2.4
2 Lamed	3.85	0.87	1.8
3 Dattel.	3.90	0.85	3.4
4 De Noé	4.15	0.93	2.5
Moyennes.	4.00	0.90	2.5

Dans le tableau n° 3 nous trouvons pour chacune de ces quatre variétés leur teneur en azote, acide phosphorique et potasse. Le tableau n° 1 nous donnant le rendement en grain et en paille, il nous a été facile de calculer les résultats suivants :

		BORDEAUX 32q,0 de grain.	LAMED 28q,5	DATTEL 28q,5	DE NOÉ 25q,0	MOYENNES 28q,5
		Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
Azote.	Grain	65,9	67,8	61,5	51,5	82,3
	Paille	25,0	20,6	19,7	18,0	
	Total. . .	90,9	88,4	81,2	69,5	
Acide phosphorique	Grain	23,4	22,0	22,8	16,3	25,8
	Paille	5,8	4,5	4,3	4,0	
	Total. . .	29,2	26,5	27,1	20,3	
Potasse.	Grain	13,8	17,1	16,5	12,5	28,0
	Paille	14,6	9,4	17,2	10,9	
	Total. . .	28,4	26,5	33,7	23,4	

Ces exportations de principes fertilisants ne sont pas en rapport avec les fumures que nous sommes obligés de donner pour obtenir de bons rendements. La richesse en azote des terres du pays permet de ne pas dépasser l'emploi de 30 à 40 kilogr. d'azote nitrique ou ammoniacal, lorsqu'on n'emploie pas de fumier. Au contraire, il faut donner à nos blés environ 60 kilogr. d'acide phosphorique à l'hectare, pour assurer leur grenaison, parce que le sol est très pauvre en acide phosphorique. L'emploi de la potasse donne rarement des résultats rémunérateurs.

Le sol du champ qui a produit nos blés n'a pas été analysé. Mais cette année nous avons analysé un sol de même formation géologique,

dans la même commune. Nous y avons trouvé par kilogr. de terre 0gr,9 d'azote, 0gr,43 d'acide phosphorique et 2gr,19 de potasse.

Dans les questions de fumure il y a autre chose à considérer que la composition chimique de la plante récoltée. La connaissance du sol et du développement physiologique de la plante sont des données indispensables, et encore trop peu étudiées.

Pour terminer ce mémoire, nous devons prévenir le lecteur que nous avons été heureusement secondé dans l'exécution de ce travail, par notre jeune camarade M. Aufray, ancien élève diplômé de l'Institut national agronomique, préparateur-chimiste à la station agronomique de Chartres.

ANALYSE CHIMIQUE DES VINS DU DÉPARTEMENT DE LA GIRONDE. 1° VINS ROUGES DE LA RÉCOLTE DE 1888 ; 2° VINS BLANCS DE LA RÉCOLTE DE 1887

Par MM. U. Gayon, professeur à la Faculté des Sciences, directeur de la Station agronomique de Bordeaux ; Ch. Blarez, professeur à la Faculté de médecine, directeur du Laboratoire de la Chambre syndicale du commerce en gros des vins et spiritueux de la Gironde; E. Dubourg, pharmacien de 1re classe, licencié ès-sciences physiques et naturelles.

La Société d'agriculture de la Gironde a fait à Bordeaux, du 3 au 5 décembre 1888, sa seconde exposition des vins du département ; elle a bien voulu mettre à notre disposition, pour les analyser, un certain nombre d'échantillons choisis parmi les vins rouges de la récolte de 1888 (vins de vignes françaises, vins de vignes françaises greffées sur cépages américains, et vins de vignes américaines) et parmi les vins blancs de la récolte de 1887.

Fauré[1] et M. J. Boussingault[2] ont seuls publié des analyses dé-

---

1. *Actes de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux,* t. V, p. 603, 1843.

2. Rapport sur l'analyse des vins présentés à l'Exposition universelle de 1878. *Bulletin du Ministère de l'Agriculture,* 1883, p. 475.

taillées des vins blancs du département de la Gironde ; une nouvelle étude en pouvait donc être utile.

Pour le détail des méthodes analytiques employées, on se reportera aux analyses des vins rouges de la récolte de 1887, publiées dans la *Feuille vinicole de la Gironde,* nos 24 à 31 de 1888, et dans les *Annales de la Société d'agriculture du département de la Gironde,* tome XLIII.

Toutes ces méthodes conviennent aux vins blancs comme aux vins rouges. Toutefois, pour le dosage de la crème de tartre dans les premiers, nous avons substitué le procédé de MM. Berthelot et de Fleurieu[1] au procédé de M. Pasteur : celui-ci donne en effet des chiffres trop faibles, parce que le bitartrate de potasse cristallise mal dans le produit de la concentration des vins doux, comme ceux de Barsac et de Sauternes.

Voici quelques exemples des différences qu'on obtient par ces deux procédés :

	SUCRE réducteur par litre.	CRÈME DE TARTRE PAR LITRE.		
		Procédé Pasteur.	Procédé Berthelot et de Fleurieu.	Différence.
	—	—	—	—
	Grammes.	Grammes.	Grammes.	Grammes.
1.	19,22	1,65	2,27	0,62
2.	22,72	0,75	1,94	1,19
3.	26,32	1,70	2,34	0,64
4.	23,24	0,35	1,80	1,45
5.	20,00	0,50	1,86	1,36

Comme pour les analyses des vins rouges de 1887, nous avons encore déterminé la densité à 15 degrés, la richesse alcoolique en volume et en poids, l'extrait dans le vide, l'extrait à 100 degrés, l'extrait Houdart, le sucre réducteur, le sulfate de potasse, la crème de tartre, le poids et l'alcalinité des cendres, l'acidité totale, le tannin et le fer. Nous donnons également la somme acide-alcool et le rapport de l'alcool à l'extrait à 100 degrés. Ce dernier rapport est calculé de deux façons : 1° en retranchant tout le sucre réducteur de l'extrait total ; 2° en retranchant seulement ce qui excède 1 gramme

1. *Annales de chimie et de physique,* 4e série, t. V, p. 177. 1865.

de sucre par litre, de manière à former l'*extrait réduit* défini par le Comité consultatif des arts et manufactures[1].

Les vins blancs conservent en général une quantité assez forte de sucre réducteur et produisent une déviation notable vers la gauche du plan de la lumière polarisée. Nous avons inscrit dans une colonne spéciale la rotation en divisions saccharimétriques mesurée à l'aide du saccharimètre Laurent. Pour faire l'observation, on verse 10 cent. cubes de sous-acétate de plomb dans 100 cent. cubes de vin, et l'on filtre ; le liquide filtré est observé dans des tubes de 20 centim. de longueur ; le chiffre obtenu est multiplié par 110/100.

La présence du sucre fausse les indications de l'ébullioscope ; aussi pour le dosage de l'alcool dans les vins blancs doux avons-nous procédé par distillation avec un alcoomètre contrôlé.

L'œnobaromètre ne peut servir non plus pour les vins sucrés ; pour ces échantillons, l'extrait Houdart a été supprimé.

On a conservé le groupement par régions viticoles, conformément à l'ouvrage de M. Ed. Féret : *Bordeaux et ses vins classés par ordre de mérite*. Les noms des crus et des propriétaires ont été supprimés.

Les tableaux d'analyse sont divisés en deux parties : dans la première partie, on a mis les vins rouges de la récolte de 1888, qu'on a subdivisés en vins de vignes françaises et en vins de vignes américaines ; les vins de vignes françaises greffées sur vignes américaines sont marqués d'un astérique. Dans la seconde partie, on a groupé les vins blancs de la récolte de 1887.

---

1. Instruction pratique pour l'analyse des vins blancs et des vins rouges (*Journal de pharmacie et de chimie*, 5e série, t. XVIII, p. 322. 1888).

VINS ROUGES DE LA RÉCOLTE DE 1888

NUMÉROS D'ORDRE.	COMMUNE.	DENSITÉ A 15 DEGRÉS.	ALCOOL. En volume p. 100.	ALCOOL. En poids par litre.	EXTRAIT par litre. Dans le vide.	EXTRAIT par litre. A 100 degrés.	EXTRAIT par litre. Houdart.	ROTATION en degrés saccharimétriques.	SUCRE RÉDUCTEUR calculé en glucose par litre.	SULFATE DE POTASSE par litre.	CRÈME DE TARTRE par litre.	CENDRES PAR LITRE.	ALCALINITÉ des cendres par litre, calculée. En carbonate de potasse.	ALCALINITÉ des cendres par litre, calculée. En crème de tartre.	ACIDITÉ TOTALE en acide sulfurique par litre.	TANNIN PAR LITRE.	FER PAR LITRE.	SOMME ACIDE-ALCOOL.	RAPPORT de l'alcool à l'extrait à 100 degrés. Sucre déduit.	RAPPORT de l'alcool à l'extrait à 100 degrés. Extrait réduit.
			Degrés.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gauche	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	G .	Mgr.			
	1e VINS ROUGES DE VIGNES FRANÇAISES																			
	Médoc.																			
1	Blanquefort	996,7	9,8	77,90	27,50	22,00	21,90	»	3,92	0,12	4,55	2,25	1,45	3,95	6,30	2,47	11,3	16,10	4,3	4,1
2	Id.	995,1	9,6	76,30	27,30	20,00	18,20	»	2,20	0,30	3,90	3,15	1,24	3,58	3,90	2,00		13,50	4,3	4,1
3	Saint-Médard-en-Jalle	997,1	8,2	65,20	26,50	20,25	18,80	»	1,66	0,27	3,45	3,25	1,17	3,20	5,10	1,82	7,1	13,30	3,5	3,3
4	Saint-Aubin	995,9	8,4	66,80	23,50	17,25	16,80	»	1,48	0,21	4,25	3,00	1,52	1,14	6,20	2,50		14,60	4,3	4,0
5	Parempuyre	996,7	10,0	79,50	28,50	20,75	22,00	»	1,72	0,21	3,40	2,65	1,10	3,01	5,20	2,28		15,20	4,2	3,9
6	Le Pian	994,7	10,8	85,90	25,10	20,65	20,00	»	1,76	0,12	4,65	2,50	1,47	4,00	4,40	2,00		15,20	4,6	4,3
7	Ludon	996,7	9,0	71,50	26,50	20,50	20,10	»	1,66	0,21	3,75	3,15	1,21	3,29	4,80	1,92	6,9	13,90	3,8	3,6
8	Macau	994,4	11,3	89.80	26,50	21,50	20,80	»	1,76	0,21	3,20	3,00	1,10	3,01	4,10	2,14		15,40	4,6	4,3
9	Id.	994,7	10,0	79,50	25,60	19,50	18,20	»	1,66	0,30	3,55	3,25	1,28	3,40	4,50	1,92		14,50	4,4	4,2
10	Avensan	995,0	11,1	88,20	25,30	19,50	21,10	»	2,20	0,20	4,55	2,75	1,52	4,14	4,20	1,82		15,30	5,1	4,8
11	Id.	995,0	9,3	73,90	25,30	20,50	20,20	»	2,29	0,20	4,10	2,50	1,45	3,95	4,60	1,77	6,2	13,90	4,1	3,8
12	Castelnau	995,1	10,0	79,50	24,40	19,40	19,00	»	1,66	0,30	4,60	2,25	1,45	3,95	4,04	2,60		14,04	4,5	4,2
13	Moulis	994,7	10,3	82,00	25,50	18,50	19,00	»	»	0,37	3,65	3,75	1,90	5,17	3,50	2,27		13,80	»	»
14	Id.	996,8	9,6	76,30	26,80	19,75	21,60	»	1,72	0,37	3,50	3,75	2,00	5,45	4,20	1,94	6,2	13,80	4,3	3,9
15	Cussac	994,9	11,0	87,40	27,40	21,75	21,20	»	1,96	0,30	3,60	3,00	1,59	4,32	4,50	2,11		15,50	4,4	4,2
16	Saint-Laurent	997,0	10,7	85,10	32,00	24,50	24,70	»	4,07	0,27	3,60	2,50	1,67	4,56	4,50	2,29	8,0	15,20	4,2	4,0
17	Saint-Julien	995,8	10,9	86,60	28,80	21,25	22,50	»	1,62	0,43	3,40	3,25	1,66	4,51	4,00	2,05		11,90	4,4	4,2
18	Pauillac	994,0	10,2	81,10	26,00	20,00	17,30	»	1,15	0,15	3,40	3,00	1,21	3,29	3,70	2,07	8,0	13,90	4,3	4,1
19	Id.	994,9	11,0	87,40	27,40	21,75	21,20	»	1,96	0,30	3,60	3,00	1,59	4,32	4,50	2,11	6,2	15,50	4,4	4,2
20	Saint-Seurin-de-Cadourne	994,8	9,6	76,30	25,90	19,50	17,60	»	2,29	0,19	3,35	3,00	1,31	3,57	3,80	1,64	10,3	13,40	4,4	4,2
21	Lespare	995,2	10,2	81,10	26,00	20,00	19,70	»	1,30	0,21	3,05	3,00	1,28	3,49	3,70	2,42		13,90	4,3	4,1
22	Saint-Christolyn-et-Couquèques	994,6	9,8	77,90	25,80	19,00	17,60	»	1,90	0,21	3,85	2,75	1,07	2,91	4,50	1,97	»	14,36	4,6	4,3
23	Jau-Dignac-Loirac	995,2	9,5	75,50	25,70	20,00	18,10	»	1,48	0,15	3,45	3,65	1,45	3,95	3,70	1,92	»	13,20	4,1	3,8

Sud de Bordeaux (région dite des Graves).

24	Bordeaux	994,2	11,0	87,40	25,40	20,00	19,70	»	2,39	0,21	3,45	3,25	1,21	3,29	4,10	1,70	10,4	15,10	4,9	4,7
25	Id.	998,3	8,9	70,70	»	»	»	»	»	0,34	4,05	2,50	1,10	3,01	5,40	2,21		14,30	»	»
26	Talence	994,9	9,6	76,30	24,50	18,40	17,80	»	1,76	0,19	3,80	3,00	0,97	2,63	3,90	2,14		13,50	4,6	4,3
27	Bruges	994,9	9,0	71,50	24,80	18,00	16,40	»	2,20	0,30	4,45	2,65	1,00	2,73	5,50	1,85		14,30	4,6	4,3
28	Pessac	996,4	9,5	75,50	26,00	23,50	20,50	»	1,56	0,21	4,10	2,75	1,62	4,42	4,50	1,82	8,4	14,00	3,4	3,3
29	Gradignan	995,0	10,6	84,30	25,50	20,00	20,40	»	2,04	0,30	4,30	2,75	1,34	3,67	4,00	2,00	8,4	14,60	4,7	4,4
30	Id.	995,7	10,7	85,10	27,00	21,50	22,00	»	1,56	0,30	4,60	2,50	1,52	4,14	4,00	2,25		14,70	4,3	4,1
*31	Id.	995,3	10,1	80,30	25,50	17,50	19,30	»	1,72	0,15	3,70	3,25	1,66	4,51	3,50	1,50	6,6	13,60	5,1	4,8
32	Villenave-d'Ornon	995,3	10,6	84,30	25,50	19,75	21,00	»	1,82	0,40	4,20	3,40	1,90	5,17	3,70	1,64	8,4	14,30	4,7	4,4
33	Id.	997,9	9,8	77,90	30,50	25,25	24,20	»	2,20	0,15	4,95	2,75	1,41	3,85	6,40	3,17		16,20	3,4	3,3
34	Léognan	993,9	11,8	93,80	26,40	20,00	21,10	»	2,04	0,30	3,45	3,25	1,59	4,32	3,60	1,77	8,8	15,40	5,2	4,9
35	Cadaujac	995,2	10,0	79,50	26,00	20,25	19,30	»	1,72	0,30	3,50	3,75	1,48	4,04	3,30	1,70	8,8	13,30	4,3	4,1
36	Id.	996,0	10,2	81,10	28,50	21,00	21,40	»	1,90	0,07	4,55	2,50	1,19	3,25	4,70	1,94		14,90	4,2	4,0
37	Id.	993,7	11,5	91,40	26,80	19,75	19,70	»	1,62	0,19	3,75	3,00	1,62	4,42	3,90	2,20		15,40	5,1	4,8
38	Portets	996,0	10,4	82,70	27,50	21,00	21,90	»	1,90	0,21	4,40	3,75	1,79	4,89	4,20	1,94	8,8	14,60	4,3	4,1
*39	Virelade	996,0	9,2	73,10	25,70	19,50	19,10	»	1,48	0,19	3,85	2,65	1,21	3,29	4,50	1,92	6,6	13,70	4,1	3,8
40	Budos	995,9	9,2	73,10	26,50	18,50	19,30	»	1,52	0,27	3,65	3,40	1,52	4,14	3,70	2,28	8,4	12,90	4,3	4,1
41	Id.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»		»	»	»
42	Roaillan	997,1	10,4	82,70	28,80	21,25	24,20	»	2,04	0,12	4,60	3,00	1,69	4,61	5,60	2,82		16,00	3,8	3,7
43	Langon	994,4	8,4	66,80	26,00	20,00	23,80	»	1,66	0,19	4,00	2,25	1,52	4,14	6,60	1,80	8,4	15,00	3,7	3,4
44	Id.	993,3	7,6	60,42	29,50	23,00	21,80	»	»	0,21	4,75	4,00	2,41	6,58	6,80	2,33		14,4	»	»
45	Salles	995,8	8,6	68,40	21,50	15,50	17,10	»	1,45	0,15	2,70	2,20	0,72	1,97	4,70	1,26	8,8	13,30	4,9	4,6

Saint-Émilionnais et Pomerol.

46	Saint-Émilion	994,1	11,0	87,40	27,30	21,00	19,50	»	1,31	»	2,90	3,25	1,72	4,70	5,70	1,94	9,0	16,70	4,4	4,3
47	Id.	994,7	11,5	91,40	27,80	21,00	21,90	»	1,96	0,21	3,90	3,50	1,83	4,98	3,00	1,94		14,50	4,8	4,6
48	Libourne	994,1	10,7	85,10	25,00	18,50	18,50	»	1,73	0,21	3,30	3,25	1,41	3,85	3,60	1,58	12,5	14,30	5,1	4,8
49	Id.	997,4	10,4	82,70	28,50	23,75	24,80	»	1,56	0,21	4,50	3,75	1,72	4,70	5,60	2,29		16,00	3,8	3,6
50	Pomerol	995,2	11,0	87,40	29,20	24,00	21,70	»	1,72	0,21	3,35	3,75	1,31	3,57	4,60	2,00	9,0	15,60	3,9	3,8
*51	Id.	995,6	9,2	73,10	26,70	19,75	18,30	»	1,56	0,27	2,90	3,90	1,59	4,32	3,10	1,85		12,30	4,0	3,8
52	Saint-Étienne-de-Lisse	996,3	10,5	83,50	27,30	22,60	22,90	»	2,20	0,15	4,90	2,75	1,97	5,36	4,80	2,47	7,5	15,30	4,1	3,9

* Les échantillons marqués d'un astérisque proviennent de vignes françaises greffées sur cépages américains.

NUMÉROS D'ORDRE.	COMMUNE.	DENSITÉ A 15 DEGRÉS.	ALCOOL. En volume p. 100.	ALCOOL. En poids par litre.	EXTRAIT par litre. Dans le vide.	EXTRAIT par litre. A 100 degrés.	EXTRAIT par litre. Houdart.	ROTATION en degrés saccharimétriques.	SUCRE RÉDUCTEUR calculé en glucose par litre.	SULFATE DE POTASSE par litre.	CRÈME DE TARTRE par litre.	CENDRES PAR LITRE.	ALCALINITÉ des cendres par litre, calculée. En carbonate de potasse.	ALCALINITÉ des cendres par litre, calculée. En crème de tartre.	ACIDITÉ TOTALE en acide sulfurique par litre.	TANNIN PAR LITRE.	FER PAR LITRE.	SOMME ACIDE-ALCOOL.	RAPPORT de l'alcool à l'extrait à 100 degrés. Sucre déduit.	RAPPORT de l'alcool à l'extrait à 100 degrés. Extrait réduit.
			Degrés	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gauche	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Mgr.			
	Saint-Émilionnais et Pomerol (*suite*).																			
*53	Saint-Hippolyte	995,8	9,2	73,10	26,70	19,75	18,70	»	1,72	0,21	3,60	3,00	1,34	3,67	4,10	1,98		13,30	4,1	3,8
*54	Saint-Philippe-d'Aiguille	993,6	9,6	76,30	24,30	17,50	15,40	»	2,12	0,15	3,55	1,90	1,31	3,57	4,50	2,00	7,1	14,10	4,9	4,7
*55	Id.	996,0	8,8	69,90	26,30	21,00	18,10	»	1,90	0,15	4,15	2,65	1,45	3,95	4,50	2,00		13,30	3,7	3,5
	Fronsadais, Cubzadais et Blayais.																			
56	Lugon	994,0	11,0	87,40	27,50	18,00	19,25	»	1,90	0,34	4,40	2,75	1,55	4,23	4,30	2,52	11,3	15,30	5,4	5,1
57	Saint-Germain-la-Rivière	996,7	9,8	77,90	27,50	22,00	21,90	»	3,92	0,12	4,55	2,25	1,45	3,95	6,30	2,47		16,10	4,3	4,1
58	Saint-Romain-la-Virvée	996,9	10,8	85,90	30,80	25,00	24,70	»	1,90	0,34	4,50	2,75	1,38	3,76	5,00	2,75		15,80	3,7	3,6
59	Savignac	997,7	9,9	78,70	26,80	22,50	»	»	1,72	»	4,60	3,75	1,22	3,33	4,70	2,33	7,5	14,60	3,8	3,7
60	Abzac	996,0	9,6	76,30	24,50	19,75	20,00	»	1,56	0,37	3,80	4,00	1,76	1,79	3,10	1,77		12,70	4,2	3,9
61	Saint-Laurent-d'Arce	995,6	10,4	82,70	26,80	21,00	21,00	»	1,82	0,21	4,90	2,75	1,69	4,61	5,00	2,64	7,5	15,40	4,3	4,1
*62	Id.	997,0	9,4	74,70	25,50	19,50	20,40	»	3,00	0,21	3,65	3,00	1,10	3,01	4,80	2,92	7,1	14,20	4,6	4,3
*63	Virsac	993,8	10,4	82,70	25,50	19,00	17,30	»	1,72	0,15	3,90	2,75	1,28	3,49	3,90	2,64	6,6	14,30	4,8	4,5
64	Bourg	996,2	9,8	77,90	23,00	17,50	16,40	»	1,72	0,21	3,95	3,50	1,69	4,61	3,70	2,64		13,50	4,9	4,7
65	Saint-Androny	995,3	9,5	75,50	23,50	16,25	17,40	»	1,38	0,19	3,00	2,50	1,10	3,01	3,70	1,45	6,2	13,20	5,1	4,8
67	Id.	994,6	10,3	82,00	24,30	18,00	18,80	»	1,36	0,21	2,35	2,75	1,34	3,67	3,70	1,45		14,00	4,9	4,7
67	Saint-Ciers-la-Lande	995,9	9,5	75,50	23,70	19,25	19,60	»	2,04	0,12	5,00	2,75	1,69	4,61	5,30	1,53		15,80	4,4	4,2
	Entre deux-Mers.																			
68	Bouillac	996,3	9,7	77,10	25,50	19,00	20,80	»	1,66	0,12	4,85	2,75	2,38	6,49	4,80	2,05	9,4	14,50	4,4	4,2
69	Floirac	995,7	7,8	62,00	24,50	17,40	14,90	»	1,45	0,30	2,95	2,65	1,24	3,38	4,80	1,71		12,60	3,9	3,7
70	Sainte-Eulalie	994,7	10,6	84,30	25,00	18,25	19,90	»	1,56	0,19	3,95	3,75	1,72	4,70	4,00	2,29	9,0	14,60	5,1	4,9

*71	Saint-Loubes	996,1	10,2	81,10	27,50	19,50	19,90	»	1,90	0,21	4,55	2,50	1,48	4,04	5,00	2,47	9,0	15,20	4,6	4,3
																		14,30	4,3	4,0
72	Id.	996,8	9,1	72,30	25,90	19,00	20,60	»	2,04	0,27	5,10	2,50	1,81	4,94	5,20	2,05				
73	Saint-Vincent-de-Paul	998,0	9,1	72,30	25,40	20,50	20,10	»	1,56	0,20	5,10	2,50	1,74	4,75	5,80	2,58	9,0	14,90	3,8	3,7
*74	Tresse	998,4	7,1	56,45	25,00	18,50	18,60	»	1,72	0,30	3,75	2,75	1,62	4,42	4,56	2,00	9,0	11,66	3,3	3,2
75	Camblanes	995,1	10,1	80,30	25,40	18,50	20,20	»	1,76	0,12	4,35	2,50	1,66	4,51	4,10	2,11	9,4	14,20	4,8	4,5
76	La Tresne	996,5	11,8	93,80	30,00	24,25	24,40	»	3,43	0,21	4,60	3,75	1,41	3,85	5,90	2,58		17,70	4,5	4,3
77	Carignan	998,3	9,7	77,10	29,00	24,00	25,00	»	1,45	0,23	5,20	3,00	2,07	5,64	6,80	2,88		16,50	3,1	3,3
*78	Saint-Caprais	993,6	10,0	79,50	22,50	16,00	16,00	»	1,45	0,21	3,75	3,00	1,41	3,85	3,70	2,07	»	13,70	5,4	5,1
79	Capian	994,1	9,2	73,10	24,50	17,75	15,20	»	1,82	0,12	2,68	2,50	1,07	2,91	4,50	2,42	6,7	13,70	4,6	4,3
*80	Id.	994,1	10,2	81,10	25,30	19,75	17,50	»	1,66	0,21	3,65	2,40	2,00	5,45	4,50	2,85	12,7	14,70	4,4	4,1
*81	Id.	996,1	9,5	75,50	29,00	23,00	20,00	»	2,39	0,30	3,[illegible]5	3,00	1,34	3,67	5,70	3,35		15,20	3,7	3,5
82	Beguey	995,5	8,0	63,60	25,00	18,00	15,20	»	2,04	0,19	3,75	3,00	1,24	3,38	3,80	2,11	6,7	11,80	4,0	3,8
*83	Cadillac	997,7	7,9	62,80	24,40	18,00	19,20	»	1,90	0,15	3,55	2,75	1,17	3,20	4,20	2,00	12,	12,10	3,9	3,7
84	Id.	995,1	9,0	71,50	25,00	18,50	16,80	»	2,50	0,27	3,50	3,00	1,14	3,10	3,90	2,07	6,1	12,90	4,5	4,2
85	Loupiac	995,5	7,9	62,80	23,00	17,50	15,60	»	1,56	0,24	3,10	2,75	1,14	3,10	3,70	2,50	6,2	11,60	4,0	3,8
86	Monprimblanc	996,7	8,5	67,60	22,50	16,75	17,30	»	1,66	0,15	4,00	2,50	1,59	4,32	4,50	2,05		13,00	4,5	4,2
87	Id.	997,7	7,4	58,85	26,50	18,75	18,00	»	1,62	0,21	3,60	2,50	1,48	4,04	4,70	2,71		12,10	3,4	3,2
*88	Sainte-Croix-du-Mont	995,9	8,0	63,60	23,00	16,75	15,80	»	1,82	0,15	3,85	2,65	1,69	4,63	4,80	2,42	»	12,80	4,3	4,0
*89	Saint-Martin-de-Sescas	998,2	9,0	71,50	26,80	20,75	23,20	»	2,12	0,30	4,25	3,25	2,38	6,49	5,00	1,7	»	14,00	3,8	3,7
*90	Grézillac	994,4	9,4	74,70	25,00	18,00	16,30	»	1,48	0,21	3,50	2,6[illegible]	1,48	4,04	4,08	1,92	7,1	13,43	4,5	4,3
91	Génissac	996,4	10,5	83,50	27,50	21,50	22,90	»	1,56	0,19	3,85	3,00	1,62	4,42	5,60	2,17	7,5	16,10	4,2	4,0
92	Cadarsac	994,6	12,0	95,40	29,80	23,00	22,80	»	1,90	0,12	4,10	2,75	1,38	3,76	4,20	2,43	12,5	16,20	4,5	4,3

2° VINS ROUGES DE VIGNES AMÉRICAINES

93	Bordeaux	997,0	8,2	65,20	25,00	19,00	18,50	»	2,29	0,45	4,05	2,65	1,41	3,85	5,50	1,78	5,3	13,70	3,8	3,6
94	Yvrac	997,0	9,4	74,70	29,70	23,00	21,60	»	3,05	0,30	4,15	2,50	1,10	3,01	6,50	2,00	»	15,90	3,8	3,6
95	Cenon	998,4	8,8	69,90	26,80	20,75	23,00	»	1,52	0,53	4,25	2,50	1,38	3,76	4,84	2,14	13,2	13,64	3,6	3,4
96	Bassens	995,4	9,8	77,90	26,40	20,75	19,20	»	1,82	0,37	3,65	1,90	1,00	2,73	5,00	1,92	5,4	14,80	4,1	3,9
97	Langoiran	996,6	9,2	73,10	27,30	21,25	20,40	»	1,90	0,31	3,30	2,40	0,76	2,07	5,20	1,92	5,8	14,40	3,8	3,6
98	Id.	997,4	9,4	74,70	28,70	21,25	22,40	»	1,90	0,21	3,45	3,65	2,03	5,55	4,50	1,71	6,3	13,90	3,8	3,7
99	Saint-Pierre-d'Aurillac	»	11,6	92,20	37,20	31,25	»	»	2,12	»	»	2,65	1,45	3,95	7,30	2,64	»	18,90	3,2	3,1
100	La Réole	998,4	7,4	58,80	21,00	18,25	19,40	»	1,72	»	4,45	2,50	1,76	4,79	4,90	1,64	8,2	12,30	3,5	3,3
101	Camblanes	997,0	9,6	76,30	28,20	21,00	22,00	»	1,00	0,45	3,25	3,50	1,66	4,51	»	1,68	6,1	»	3,8	3,6
102	Tauriac	997,4	8,2	65,20	23,90	17,50	19,10	»	1,66	0,30	3,25	2,65	1,59	4,32	4,[illegible]0	1,92	7,4	12,70	4,1	3,9
103	Bourg	994,2	11,8	93,80	28,50	23,75	21,50	»	4,99	0,30	3,30	2,50	0,86	2,35	3,90	1,92	6,9	15,70	4,9	4,7

VINS BLANCS DE LA RÉCOLTE DE 1887

Numéros d'ordre.	Commune.	Densité à 15 degrés.	Alcool. En volume p. 100.	Alcool. En poids par litre.	Extrait par litre. Dans le vide.	Extrait par litre. A 100 degrés.	Extrait par litre. Houdart.	Rotation en degrés saccharimétriques.	Sucre réducteur calculé en glucose par litre.	Sulfate de potasse par litre.	Crème de tartre par litre.	Cendres par litre.	Alcalinité des cendres par litre, calculée. En carbonate de potasse.	Alcalinité des cendres par litre, calculée. En crème de tartre.	Acidité totale en acide sulfurique par litre.	Tannin par litre.	Fer par litre.	Somme acide-alcool.	Rapport de l'alcool à l'extrait à 100 degrés. Sucre déduit.	Rapport de l'alcool à l'extrait à 100 degrés. Extrait réduit.
			Degrés	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gauche	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Mgr.			
	Pays de Sauternes et Petites-Graves.																			
1	Sauternes	1001,0	11,9	94,60	46,90	40,50	»	6,5	19,60	»	1,80	3,15	0,52	1,41	1,20	»	5,0	16,10	4,6	4,3
2	Id.	991,0	13,5	107,30	29,50	22,75	»	3,0	6,34	0,45	1,98	2,65	0,72	1,97	3,60	0,53		17,10	6,5	6,2
3	Id.	»	14,9	118,40	»	»	»	»	24,50	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
4	Id.	»	13,4	106,50	»	»	»	»	28,73	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
5	Bommes-Sauternes	994,8	8,9	70,70	22,80	17,00	16,00	0,0	traces	0,37	3,11	2,35	0,76	2,07	3,50	0,57	8,0	12,40	4,2	4,2
6	Id.	998,4	9,2	73,10	26,50	19,75	»	0,0	traces	0,60	3,02	2,75	1,17	3,20	4,30	0,64		13,50	3,7	3,7
7	Id.	992,0	14,8	117,60	36,50	29,50	»	1,5	4,70	0,45	1,89	2,00	0,97	2,64	3,50	0,53	5,0	18,30	4,8	4,6
8	Bommes	1012,0	14,4	114,10	89,80	78,00	»	19,0	52,64	0,60	1,70	2,90	0,69	1,88	3,80	0,85	5,0	18,20	4,5	4,3
9	Id.	»	16,0	127,20	»	»	»	16,0	22,72	0,68	»	»	»	»	»	0,61		»	»	»
10	Id.	»	14,5	115,20	»	»	»	8,5	23,80	0,45	»	»	»	»	3,50	0,80		18,00	»	»
11	Id.	990,6	14,6	116,00	30,50	23,40	»	2,0	4,51	0,45	2,55	2,15	0,90	2,44	3,80	0,63		18,40	6,2	5,9
12	Id.	990,1	13,8	109,70	26,30	20,25	»	2,5	4,24	0,45	2,08	2,00	0,52	1,41	3,60	0,55		17,40	6,9	6,5
13	Id.	1007,0	15,2	120,80	77,40	66,75	»	22,5	50,00	0,53	2,08	2,40	0,48	1,31	3,64	0,61		18,81	7,2	6,8
14	Fargues	999,0	13,0	103,30	48,50	40,00	»	9,5	21,28	0,45	2,12	2,65	0,65	1,79	4,50	0,50	6,0	17,30	5,6	5,3
15	Preignac	996,5	13,8	109,70	44,80	36,25	»	6,0	18.86	0,60	1,98	2,50	0,76	2,07	4,00	0,64		17,80	6,4	6,1
16	Id.	1019,0	14,7	116,80	»	94,00	»	30,0	62,48	0,53	2,55	2,75	1,21	3,29	4,40	0,86		19,10	3,8	3,6
17	Id.	992,3	12,3	97,80	26,80	19,79	19,20	»	2,41	0,37	2,64	2,65	1,01	2,78	4,.0	0,86		6,50	5,6	5,4
18	Id.	993,0	13,2	106,90	32,20	25,40	»	6,5	10,00	0,60	1,93	2,40	0,57	1,60	3,40	0,77	6,0	16,60	6,9	6,4
19	Id.	991,8	14,0	111,30	31,50	24,40	»	3,6	7,34	0,45	2,17	3,00	0,97	2,63	4,00	0,85		18,00	6,5	6,2
20	Id.	993,2	15,0	119,20	37,30	30,50	26,20	»	2,04	0,37	2,27	4,00	0,79	2,16	4,40	0,60		19,40	4,2	4,1
21	Id.	1000,4	14,5	115,20	»	46,75	»	10,5	25,00	0,30	1,80	2,75	1,14	3,10	3,70	0,53		18,20	5,4	5,1
22	Barsac	»	15,0	119,20	»	»	»	»	5,28	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
23	Id.	998,0	12,4	98,60	42,80	35,50	»	9,8	19,22	0,72	2,27	2,40	0,38	1,03	4,00	0,64	6,0	16,40	6,1	5,7
24	Id.	998,4	13,0	103,30	»	37,25	»	7,0	16,66	0,45	1,80	3,25	1,14	3,10	4,00	0,50		17,00	5,1	4,8
25	Id.	994,6	12,7	101,00	37,60	31,75	»	7,0	13,00	0,50	1,89	2,90	0,63	2,26	3,50	0,47	5,0	16,20	5,4	5,1
26	Id.	1000,8	13,4	106,50	52,80	43,65	»	18,0	23,24	0,45	1,80	2,25	0,65	1,79	3,70	0,58		17,10	5,2	4,9
27	Id.	992,2	13,0	103,30	30,60	24,25	»	3,0	7,12	0,50	2,08	2,90	0,93	2,54	3,70	0,51		16,70	6,1	5,7

28	Id.	990,0	13,8	109,70	27,80	22,00	»	4,5	6,12	0,50	1,80	2,40	0,83	2,26	3,30	0,53		17,10	6,9	6,5
29	Id.	990,6	12,7	101,00	21,70	19,25	»	1,0	2,00	0,50	2,17	2,00	0,93	2,54	3,30	0,50	5,0	16,00	5,9	5,6
*30	Id.	1004,0	14,6	116,00	»	57,65	»	20,0	31,24	0,37	4,05	2,40	1,10	3,0.	3,70	0,64		18,30	4,4	4,2
31	Id.	996,2	13,7	108,90	»	35,25	»	9,6	15,50	0,53	1,89	2,25	0,86	2,35	4,90	0,46		18,60	5,5	5,3
32	Id.	997,8	14,0	111,30	46,20	38,50	»	12,5	20,00	0,45	1,86	2,25	0,79	2,16	3,80	0,60		17,80	6,0	5,7
33	Id.	999,0	13,1	104,10	47,10	39,00	»	16,0	21,75	0,45	1,99	2,15	0,53	1,50	3,90	0,61	6,0	17,00	6,1	5,7
34	Id.	»	14,0	111,30	»	»	»	4,5	7,14	0,45	»	»	»	»	3,60	0,57		7,60	»	»
35	Id.	992,0	13,8	109,70	31,00	21,65	»	2,5	6,86	0,45	1,93	2,90	0,97	2,63	3,90	0,60		17,70	6,0	5,7
36	Cérons	991,7	12,6	100,20	25,20	21,25	»	1,0	4,54	0,64	2,43	2,15	0,53	1,50	3,70	0,71	5,0	16,30	6,0	5,7
37	Id.	991,9	12,6	100,20	28,80	23,00	»	1,0	2,84	0,57	2,40	2,15	0,5.	1,50	4,40	0,78		17,00	4,9	4,6
38	Podensac	»	12,0	95,40	»	49,50	»	17,6	27,40	0,94	»	2,15	0,62	1,70	3,80	0,85	5,0	15,80	4,4	4,2
39	Illats	992,2	10,4	82,70	22,00	16,50	14,00	1,0	3,00	0,37	2,80	1,65	0,62	1,70	3,80	0,94	5,0	14,20	6,1	5,7
40	Budos	991,4	11,5	91,40	25,00	17,00	15,00	1,0	2,84	0,53	2,55	2,15	0,76	2,07	3,60	0,64	»	15,10	6,4	6,1
41	Id.	»	11,6	92,20	»	»	»	1,6	2,08	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
42	Id.	990,0	13,1	104,10	23,50	17,25	15,80	1,0	2,61	0,42	2,86	2,25	0,52	1,41	3,50	0,53	»	16,60	7,1	6,7
43	Id.	1001,3	9,6	76,0	44,50	36,25	»	5,6	22,72	0,45	»	1,75	0,65	1,79	4,00	0,73	»	13,60	5,6	5,3
44	Saint-Morillon	991,0	11,8	95,80	22,40	15,75	14,90	0,0	1,78	0,37	3,40	1,75	0,93	2,54	4,00	0,85	7,0	15,80	6,7	6,3
45	Saucats	99 ,8	10,6	84,30	19,50	13,50	13,70	0,0	traces	0,30	3,10	1,50	0,86	2,35	4,00	0,51	7,0	11,60	6,3	6,3
46	Langon	993,3	8,4	66,80	19,40	14,25	13,60	0,0	0,95	0,19	4,71	2,50	0,86	2,35	3,80	0,50	8,0	12,20	5,0	4,7
47	Coimères	993,8	9,0	71,50	21,00	15,75	14,10	0,0	traces	0,53	2,93	2,50	0,86	2,35	3,30	0,54	8,0	12,30	4,6	4,6
48	Saint-Pey	991,7	12,0	95,40	26,40	19,50	16,80	1,0	3,04	0,50	2,32	2,00	0,76	2,07	3,80	0,60	8,0	15,80	5,8	5,4
49	La Teste	1002,6	9,0	71,50	38,30	35,25	»	10,0	19,98	0,45	3,77	1,90	0,76	2,07	3,60	»	7,0	12,60	4,7	4,4

Premières Côtes et Entre-deux-Mers.

50	Sainte-Croix-du-Mont	1001,6	12,7	101,00	»	45,75	»	14,4	26,32	0,68	2,34	1,65	0,52	1,41	3,80	0,74	6,0	16,50	5,2	5,0
*51	Loupiac	990,8	12,1	96,20	22,00	16,75	15,20	0,0	traces	0,37	2,97	1,65	0,72	1,97	3,96	0,61	6,0	16,06	5,7	5,4
52	Id.	998,6	15,6	124,00	»	»	»	18,0	23,36	0,60	2,36	»	»	»	»	0,49		»	»	»
53	Cadillac	990,4	12,8	101,80	24,50	17,50	16,00	»	2,27	0,5.	2,01	1,50	0,65	1,79	2,92	0,74	6,0	15,72	6,6	6,3
54	Beichac et Cailleau	994,7	10,4	82,70	25,80	20,00	19,00	0,0	1,80	0,37	3,20	1,75	0,83	2,26	4,80	»	11,0	15,20	4,6	4,3
55	Jugazan	997,4	7,8	60,21	25,00	19,50	18,30	0,0	2,08	0,75	4,15	1,75	0,83	2,26	4,50	0,71	11,0	12,30	3,6	3,4

Côtes des arrondissements de Libourne et de Blaye.

56	Francs	»	12,9	102,60	»	»	»	0,0	traces	0,37	3,02	»	»	»	3,50	0,86	11,0	16,40	»	»
57	Vérac	995,0	8,1	64,10	20,80	15,00	14,20	0,0	traces	0,60	3,68	0,79	1,25	2,16	4,84	»	11,0	12,94	4,3	4,3
58	Virsac[1]	994,8	9,8	77,90	25,20	19,75	18,00	»	1,90	0,27	3,85	1,48	1,65	4,04	6,13	0,97	»	15,93	4,4	4,2
59	Saint-Androny	989,8	12,6	100,20	22,50	16,00	»	0,0	traces	0,37	3,02	1,00	2,25	2,73	3,60	0,54	11,0	16,20	6,3	6,3

1. Échantillon provenant de vigne américaine (producteur direct).

RELEVÉ GÉNÉRAL

		Densité à 15 degrés.	Alcool. En volume p. 100.	Alcool. En poids par litre.	Extrait par litre. Dans le vide.	Extrait par litre. A 100 degrés.	Extrait par litre. Houdard.	Rotation en degrés saccharimétriques.	Sucre réducteur calculé en glucose par litre.	Sulfate de potasse par litre.	Crème de tartre par litre.	Cendres par litre.	Alcalinité des cendres par litre, calculée. En carbonate de potasse.	Alcalinité des cendres par litre, calculée. En crème de tartre.	Acidité totale en acide sulfurique par litre.	Tannin par litre.	Fer par litre.	Somme acide-alcool.	Rapport de l'alcool à l'extrait à 100 degrés. Sucre déduit.	Rapport de l'alcool à l'extrait à 100 degrés. Extrait réduit.
			Degré.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gauche	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Mgr.			
1° VINS ROUGES DE VIGNES FRANÇAISES ; RÉCOLTE DE 1888																				
Médoc	Maximum	997,1	11,3	89,80	32,00	21,50	23,70	»	4,07	0,43	4,65	3,75	2,00	5,45	6,30	2,60	11,3	16,10	5,1	4,8
	Minimum	994,0	8,2	65,20	23,50	17,25	16,80	»	1,15	0,12	3,05	2,25	1,07	2,91	3,50	1,64	6,2	13,20	3,5	3,3
	Moyenne	995,[illegible]	10,0	79,50	26,50	20,34	19,91	»	1,97	0,24	3,70	2,9	1,42	3,87	4,44	2,10	7,6	14,45	4,3	4,1
Sud de Bordeaux, région dite des Graves	Maximum	998,3	11,8	93,80	30,50	25,25	24,20	»	2,39	0,40	4,95	4,[illegible]0	2,41	6,58	6,80	3,17	10,4	16,20	5,2	4,9
	Minimum	993,3	7,6	60,42	21,50	15,50	16,40	»	1,45	0,0[illegible]	2,70	2,20	0,72	1,97	3,30	1,26	6,6	12,90	3,4	3,3
	Moyenne	995,[illegible]	9,8	77,90	26,39	20,33	20,50	»	1,82	0,23	4,05	2,97	1,45	3,95	4,59	2,01	8,7	14,45	4,4	4,2
Saint-Émilionnais et Pomerol	Maximum	997,4	11,5	91,40	29,20	24,00	21,80	»	2,20	0,27	4,90	3,90	1,97	5,36	5,70	2,47	12,5	16,70	5,1	4,8
	Minimum	999,6	8,8	69,90	24,30	17,50	15,40	»	1,31	0,15	2,90	1,90	1,31	3,57	3,00	1,58	7,1	12,30	3,7	3,5
	Moyenne	995,3	10,2	81,10	26,91	20,88	19,98	»	1,77	0,19	3,70	3,17	1,56	4,27	4,35	2,00	9,0	14,51	4,3	4,1
Fronsadais, Cubzadais et Blayais	Maximum	997,7	11,0	87,40	30,80	25,00	24,70	»	3,92	0,37	5,00	1,00	1,76	4,79	6,30	2,92	11,3	16,10	5,1	5,1
	Minimum	993,8	9,4	74,70	23,00	16,25	16,40	»	1,36	0,12	2,35	2,25	1,10	3,01	3,10	1,45	6,2	12,70	3,7	3,6
	Moyenne	995,8	10,1	80,30	25,53	19,81	19,70	»	2,00	0,22	4,05	2,96	1,43	3,92	4,46	2,30	7,9	14,57	4,5	4,3
Entre deux-Mers	Maximum	998,4	12,0	95,40	30,00	21,25	25,00	»	3,43	0,30	5,20	3,75	2,38	6,49	6,80	3,35	12,7	17,70	5,4	5,1
	Minimum	993,6	7,1	56,45	22,50	16,00	14,90	»	1,45	0,12	2,68	2,40	1,07	2,91	3,70	1,71	9,1	11,60	3,3	3,2
	Moyenne	996,0	9,8	73,90	25,72	19,32	19,05	»	1,81	0,20	3,97	2,81	1,57	4,28	4,71	2,20	8,9	13,93	[illegible]	[illegible]

Ensemble du département . . .	Maximum. . . .	998,4	12,0	95,40	32,00	25,25	25,00	»	4,07	0,43	5,00	4,00	2,41	6,58	6,80	3,35	12,7	17,70	5,4	5,1
	imum. . . .	993,3	7,1	56,45	21,50	15,50	14,90	»	1,15	0,07	2,35	1,90	0,72	1,97	3,00	1,26	6,1	11,60	3,3	3,2
	ne. . . .	995,7	9,8	77,90	26,18	20,04	19,78	»	1,88	0,22	3,92	2,95	1,49	4,05	4,54	2,14	8,4	14,35	4,3	4,1

2° VINS ROUGES DE VIGNES AMÉRICAINES ; RÉCOLTE DE 1888

Ensemble	Maximum. . . .	998,4	11,8	93,80	37,20	31,25	23,00	»	4,99	0,53	4,45	3,65	2,03	5,55	7,30	2,64	13,2	18,90	4,9	4,7
	Minimum. . . .	994,2	7,1	58,80	23,90	17,50	18,50	»	1,00	0,21	3,25	1,90	0,76	2,07	3,90	1,64	5,3	12,30	3,2	3,1
	Moyenne	996,9	9,4	74,70	27,79	21,62	20,74	»	2,40	0,36	3,71	2,67	1,36	3,71	5,21	1,93	7,2	14,59	3,9	3,7

3° VINS BLANCS DE LA RÉCOLTE DE 1887

Pays de Sauternes et Petites-Graves. . . .	Maximum. . . .	1019,0	16,0	127,20	89,80	94,00	»	30,0	62,48	0,94	4,71	4,00	1,21	3,29	4,90	0,94	8,0	19,40	7,2	6,8
	Minimum. . . .	990,0	8,4	66,80	19,40	13,50	»	0,0	traces	0,19	1,70	1,50	0,38	1,03	3,30	0,45	5,0	12,20	3,7	3,6
	Moyenne	996,1	12,8	101,80	35,19	31,87	»	6,9	13,87	0,49	2,41	2,4[illegible]	0,79	2,20	2,83	0,61	5,9	16,51	5,6	5,3
Premières côtes et Entre-deux-Mers.	Maximum. . . .	1001,6	15,6	124,00	25,80	45,75	»	18,0	26,32	0,75	4,15	1,75	0,83	2,26	4,80	0,74	11,0	16,50	6,6	6,3
	Minimum. . . .	990,4	7,8	60,21	22,00	16,76	»	0,0	traces	0,37	2,01	1,50	0,52	1,41	2,92	0,49	6,0	12,30	3,6	3,4
	Moyenne	995,6	11,9	94,60	24,32	23,90	»	6,5	9,31	0,55	2,84	1,66	0,71	1,94	4,00	0,62	7,7	15,15	5,1	4,9
Côtes des arrondissements de Libourne et de Blaye.	Maximum. . . .	595,0	12,9	102,60	25,20	19,75	»	0,0	1,90	0,60	3,85	2,25	1,48	4,0[illegible]	6,1[illegible]	0,97	11,0	16,40	6,3	6,3
	Minimum. . . .	989,[illegible]	8,1	64,40	20,80	15,00	»	0,0	traces	0,27	3,02	1,05	0,79	2,16	3,50	0,54	11,0	12,94	4,3	4,2
	Moyenne	993,2	10,8	85,90	22,83	16,92	»	0,0	0,47	0,40	3,39	1,7[illegible]	1,09	2,96	4,52	0,79	11,0	15,37	5,0	4,9
Ensemble du département	Maximum. . . .	1019,0	16,0	127,20	89,80	94,00	»	30,0	62,48	0,94	4,71	4,00	1,48	4,0	6,1[illegible]	0,97	11,0	19,40	7,2	6,8
	Minimum. . . .	989,8	7,8	60,21	19,40	13,50	»	0,0	traces	0,19	1,70	1,25	0,38	1,03	2,42	0,49	5,0	12,20	3,6	3,4
	Moyenne	995,8	12,6	100,20	33,32	30,17	»	6,5	12,50	0,49	2,54	2,30	0,80	2,18	3,91	0,64	6,4	16,35	5,5	5,3

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

1. Les tableaux qui précèdent montrent que les vins rouges de la Gironde, récoltés en 1888, ont une force alcoolique moyenne de 9°,8, inférieure de 1°,64 à la force alcoolique moyenne des vins de 1887. L'écart entre le maximum et le minimum est de 4°,9, supérieur de 1/2 degré à l'écart trouvé pour la récolte précédente.

La force alcoolique moyenne des vins blancs récoltés en 1887 est de 12°,6 ; l'écart entre le maximum et le minimum est de 8°,2. Cet écart considérable s'explique par la différence qui existe dans les procédés de vinification d'une partie à l'autre du département. Dans la région des grands vins blancs, la vendange est successive ; on laisse en effet longuement mûrir les raisins, et on ne cueille les grains qu'après une concentration convenable de la matière sucrée ; pour les vins blancs communs, au contraire, on ne fait qu'une vendange et l'on foule ensemble tous les raisins, quelle que soit leur maturité relative. Les premiers sont nécessairement plus alcooliques que les seconds.

Voici, à titre de comparaison, quelques richesses alcooliques des vins blancs du département appartenant aux années antérieures. Une comparaison semblable a été faite l'an dernier pour les vins rouges.

ANNÉES.	RICHESSE maximum.	RICHESSE moyenne.	RICHESSE maximum.	AUTEURS.
1841.	15° 00	10° 79	8° 15	Fauré.
1864.	»	14 30	»	J. Boussingault.
1865.	15 65	14 27	12 90	Id.
1867.	»	14 50	»	Id.
1869.	16 70	14 19	11 75	Id.
1870.	15 20	12 47	8 60	Id.
1873.	»	15 00	»	Id.
1874.	15 20	13 49	11 25	Id.
1884.	15 50	13 90	12 70	Gayon.

Baudrimont, opérant sur des échantillons choisis des grands vins de Sauternes 1874, a trouvé jusqu'à 17°,40 d'alcool[1].

1. *Annales de la Société d'agriculture de la Gironde*, 39e année, p. 54. 1884.

2. L'extrait moyen dans le vide, diminué du poids du sucre réducteur, s'est élevé pour les vins rouges à 24gr,26, et l'extrait moyen à 100 degrés à 18gr,14 ; l'extrait Houdart, un peu inférieur au précédent, n'a été que 17gr,90 par litre. L'extrait minimum a été de 20gr,05 dans le vide, et de 14gr,05 à 100 degrés, tout le sucre déduit. Si l'on rapproche ces nombres de ceux de la récolte de 1887, on trouve que l'extrait moyen dans le vide a diminué de 1gr,40 et l'extrait moyen à 100 degrés de 3gr,37 par litre. Ces différences, qui concordent avec la diminution de richesse alcoolique, s'expliquent par moins de couleur et de vinosité dans les vins de 1888 que dans les vins de 1887.

3. Le rapport de l'alcool à l'extrait à 100 degrés, pour les vins rouges de vignes françaises, a pour moyenne 4.3, si l'on déduit *tout* le sucre réducteur, et 4.1 si l'on prend *l'extrait réduit* défini par le Comité consultatif des arts et manufactures[1]. Ces nombres sont les mêmes qu'en 1887. Pour les vins rouges de vignes américaines, le rapport est inférieur à 4, parce que, à richesse alcoolique égale, ils ont un peu plus d'extrait sec que les vins de cépages français.

4. Pour les vins blancs, l'extrait dans le vide, sucre déduit, s'est élevé, en moyenne, à 24gr,13, et l'extrait à 100 degrés à 18gr,18 par litre, avec un minimum de 18gr,32 pour le premier et de 13gr,30 pour le second. Le rapport moyen de l'alcool à l'extrait à 100 degrés est de 5.5, tout le sucre déduit, et seulement de 5.3 pour l'extrait réduit ; le rapport maximum atteint 7.2 dans le premier cas, et 6.8 dans le second cas. Ces chiffres sont beaucoup plus élevés que pour les vins rouges, parce que les vins blancs sont à peu près exempts de matières colorantes et que, résultant de la fermentation du moût seul, sans râfles ni pellicules, ils renferment peu de matières tannantes.

5. On peut avoir une idée de l'influence du marc sur le poids de l'extrait sec, et par suite sur la valeur du rapport de l'alcool à l'extrait dans les vins blancs, par les nombres du tableau suivant qui donne la composition de deux vins blancs faits comparativement avec le même raisin, dont une moitié a été pressée et a fermenté à

1. *Journal de pharmacie et de chimie,* 5e série, t. XVIII, p. 322, 1888.

l'état de moût, et dont l'autre moitié, simplement écrasée, a fermenté avec la râfle et les pellicules.

	MOÛT SEUL.	MARC ET MOÛT.
Alcool	12° 2	12° 2
Extrait dans le vide	20gr,80 par litre.	25gr,30 par litre.
— à 100 degrés	15 ,25 —	20 ,25 —
Sucre réducteur	1 ,82 —	2 ,75 —
Extrait réduit	14 ,43 —	18 ,50 —
Rapport de l'alcool à l'extrait réduit	6 ,70 —	5 ,30 —

Le mélange du marc avec le moût a donc augmenté l'extrait sec de 5 grammes par litre et diminué de 1.4 le rapport de l'alcool à l'extrait.

6. La plupart des vins blancs de la Gironde, surtout ceux du pays de Sauternes, où l'on fait à dessein des vins doux, conservent une proportion notable de sucre non fermenté. Le maximum trouvé dans nos analyses, pour les 1887, est de 62gr,48 par litre; mais ce chiffre est souvent dépassé et peut atteindre 100 grammes par litre dans certains crus et certaines années.

La quantité de sucre restant dans le vin croît en général avec la richesse saccharine du moût; la richesse alcoolique, au contraire, passe par un maximum et décroît ensuite d'une manière sensible, sans doute parce qu'un excès de sucre agit comme substance anti-fermentescible et gêne le développement de la levûre du vin. Ce fait résulte nettement de la comparaison des chiffres obtenus par l'un de nous avec des vins récoltés successivement la même année dans la même propriété :

RICHESSE saccharine du moût. — Grammes par litre.	RICHESSE alcoolique du vin. —	SUCRE restant dans le vin. — Grammes par litre.
233	12° 9	27
251	13 7	32
262	13 9	35
265	14 3	36
268	15 5	19
287	14 8	50
304	13 8	83
317	12 7	114

Comme tous les vins nouveaux, les vins rouges de 1888 renfermaient encore une petite quantité de sucre non transformé en alcool; le maximum a été de 4 grammes environ et la moyenne de

1gr,88 par litre, au lieu de 15gr,70 et de 2gr,38 trouvés respectivement avec les vins de la récolte de 1887.

7. Quel que soit le vin analysé, rouge ou blanc, provenant d'un cépage français ou d'un cépage américain, la déviation saccharimétrique est toujours *gauche* et jamais droite ; elle est extrêmement faible, si le sucre restant n'est que de quelques grammes par litre, mais elle devient très sensible si, comme pour les vins blancs de Sauternes, la proportion de sucre non fermenté atteint et dépasse 1 p. 100. Avec l'échantillon n° 16, par exemple, qui contenait encore 62gr,48 de sucre par litre, la rotation a été de 30 divisions à gauche du saccharimètre Laurent.

8. Les matières sucrées du moût de raisin sont constituées essentiellement par un mélange de glucose et de lévulose, dont les proportions ne sont pas toujours celles du sucre interverti, et varient au contraire avec la nature des cépages et le degré de maturation ou de pourriture du fruit. Mais l'action lévogyre du lévulose l'emporte sur l'action dextrogyre du glucose, et le moût de raisin dévie toujours à gauche le plan de la lumière polarisée.

Pendant la fermentation, le glucose disparaît plus vite que le lévulose ; pour cette raison, le liquide conserve une action lévogyre, qui se retrouve dans le vin lui-même.

Toutes les levûres n'attaquent pas de la même manière les matières sucrées du raisin. Voici, par exemple, les nombres trouvés avec un même moût, dont une partie a fermenté spontanément avec les germes de levûre déposés à la surface des grains ou de la râfle, et dont l'autre partie a été ensemencée avec une levûre pure de laboratoire :

DATES.	AVEC LEVÛRE SPONTANÉE.		AVEC LEVÛRE PURE ensemencée.	
	Sucre réducteur par litre.	Rotation saccharimétrique.	Sucre réducteur par litre.	Rotation saccharimétrique.
—	—	—	—	—
	Grammes.	Gauche.	Grammes.	Gauche.
Le 3	227	35,0	227	35,0
Le 5	161	35,5	197	45,5
Le 7	105	33,0	151	50,5
Le 9	72	30,5	109	49,4
Le 11. . . .	41	23,5	72	41,5
Le 19. . . .	traces	1,5	»	17,0
Le 26. . . .	»	»	30	13,8

Avec la levûre ensemencée, la valeur absolue de la rotation s'est accrue tout d'abord d'une façon notable, a atteint son maximum quand 1/3 du sucre a eu disparu par la fermentation ; puis elle a diminué régulièrement, au contraire, avec la levûre spontanée, la rotation n'a pas augmenté sensiblement pendant la transformation du sucre en alcool et acide carbonique. Ces deux levûres ont donc agi différemment sur le mélange de glucose et de lévulose ; la première s'est montrée plus énergique que la seconde pour détruire le glucose, si bien que, pour une même quantité de matière sucrée non fermentée, 72 grammes, la rotation était de 41.5 divisions avec la levûre ensemencée, et seulement de 30.5 avec la levûre spontanée.

Ces résultats expliquent pourquoi la rotation, quoique toujours gauche, n'est pas cependant la même en valeur absolue avec tous les vins contenant la même quantité de sucre réducteur.

9. Comme pour la récolte de 1887, la proportion de sulfates contenus dans les vins rouges récoltés en 1888 est très faible ; la moyenne a été de $0^{gr},22$ et le maximum de $0^{gr},43$ par litre, les vins provenant de vignes américaines ont fourni des chiffres à peine plus élevés.

Au contraire, les vins blancs ont donné une moyenne de $0^{gr},49$ avec un maximum de $0^{gr},94$ par litre. Ces nombres, notablement supérieurs à ceux des vins rouges, s'expliquent, sans aucun doute, par ce fait que les vins dont il s'agit ont été analysés plus d'un an après la récolte, après avoir subi plusieurs soutirages dans des fûts méchés au soufre, tandis que les échantillons de vins rouges ont toujours été prélevés peu après la décuvaison et avant le premier soutirage.

En résumant les analyses faites l'année dernière, nous faisions pressentir que la combustion des mèches soufrées, dans les barriques destinées à recevoir du vin, devait contribuer à augmenter le poids d'acide sulfurique libre ou combiné contenu dans le liquide. Nos prévisions se trouvent confirmées par les nombres ci-dessous qui expriment en sulfate de potasse les quantités d'acide sulfurique rencontrées dans des échantillons d'un même vin de Médoc 1887, prélevés avant chaque soutirage, toujours à la même barrique.

	SULFATE DE POTASSE par litre. — Grammes.
Avant le 1er soutirage, du 25 janvier 1888	0,37
— 2e — 1er mai 1888	0,43
— 3e — 5 juillet 1888.	»
— 4e — 3 août 1888	0,45
— 5e — 30 octobre 1888	0,52

Or, les poids de mèche brûlée par barrique ont été :

	GRAMMES. —
Au 1er soutirage.	2,15
Au 2e —	3,30
Au 3e —	2,85
Au 4e —	2,47
Total	10,77

La combustion de 10 grammes environ de mèche a donc suffi pour augmenter de 0gr,15, soit 40 p. 100, le poids primitif du sulfate ; nul doute que si on avait brûlé, dans le même temps, comme on le fait pour les vins blancs, un poids plus considérable de soufre, on eût encore accru la dose de sulfate dans une plus forte proportion.

10. L'acidité moyenne des vins rouges de 1888 est de 4gr,54, avec un maximum de 6gr,80 et un minimum de 3gr,00 par litre ; en 1887, nous avons obtenu, pour ainsi dire, les mêmes chiffres, car l'acidité moyenne était de 4gr,29, l'acidité maximum de 6gr,81 et l'acidité minimum de 3gr,20 par litre. Les vins de vignes américaines sont un peu plus acides que les précédents.

Pour les vins blancs de 1887, les nombres sont un peu plus faibles; la moyenne n'est que de 3gr,91, le maximum de 6gr,13 et le minimum de 2gr,92 par litre.

11. Le poids moyen de crème de tartre contenue dans les vins rouges est de 3gr,92 par litre en 1888, au lieu de 3gr,63 en 1887, avec des écarts de même grandeur entre le maximum et le minimum ; pour les vins blancs de 1887, le poids moyen n'est que de 2gr,54.

12. La somme acide-alcool, qui n'avait pas été inférieure à 13.85 pour les vins rouges de 1887, s'abaisse à 11.60 pour ceux de 1888,

et à 12.20 pour les vins blancs de 1887 ; le maximum est de 17.70 pour les premiers et de 19.40 pour les seconds. Ces nombres élargissent un peu les limites assignées par M. Gauthier aux vins naturels[1].

13. Le tannin est un peu plus abondant dans les vins rouges de 1888 que dans ceux de 1887 ; la richesse moyenne est de $2^{gr},14$, le maximum de $3^{gr},35$ et le minimum de $1^{gr},26$ par litre. Les vins rouges de vignes américaines ont sensiblement la même teneur que les vins de vignes françaises.

Au contraire, les vins blancs sont moins riches en tannin que les vins rouges : $0^{gr},64$ en moyenne, $0^{gr},97$ au maximum et $0^{gr},49$ au minimum par litre ; la différence est environ de $1^{gr},5$ par litre. Fauré avait déjà constaté le même fait en comparant les vins rouges et les vins blancs de la récolte de 1841[2].

Ce résultat s'explique non seulement parce que les vins blancs ont peu de matière colorante, mais encore et surtout, parce qu'ils sont faits d'ordinaire avec le moût seul du raisin, débarrassé de la rafle et des pellicules. Il suffit de faire fermenter le raisin blanc, écrasé en entier, pour obtenir à la fois plus d'extrait et plus de tannin. Les deux vins déjà comparés plus haut donnent en effet :

	TANNIN PAR LITRE.
	Grammes.
Vin fait avec moût seul.	0,80
Vin fait avec marc et moût mélangés	2,20
Différence	1,40

La présence seule du marc a donc accru le poids du tannin de $1^{gr},40$ par litre.

14. Les vins rouges de 1888 ont donné de 6 à 12 milligr. de fer, 8.4 en moyenne par litre, chiffre peu différent de 9.0 trouvé en 1887 ; les vins blancs en renferment un peu moins[3], $6^{mm},4$ en moyenne, ce qui s'explique en partie par l'absence de matière colo-

1. *La Sophistication du vin,* 3e édit., p. 104.

2. *Loc. cit.*

3. Rotondi a fait la même constatation pour les vins d'Italie. (Portes et Ruyssen, *Traité de la vigne et de ses produits,* t. Ier, p. 556.)

rante rouge. Si l'on compare, à ce point de vue, les vins rouges et les vins blancs de la même année 1887, on trouve que le rapport des poids moyens de fer est de 1.4 ; c'est exactement le même rapport que celui qu'on déduit des analyses de Fauré.

15. En résumé, les vins rouges récoltés en 1888 dans le département de la Gironde sont normalement constitués, mais moins riches en alcool et en extrait sec que ceux de 1887.

Les vins blancs récoltés en 1887 ont aussi une constitution normale, mais plus variable que pour les vins rouges de la même année, en raison même des différences signalées plus haut dans les procédés de vinification.

LE CONGRÈS ŒNOLOGIQUE POUR L'UNIFORMISATION DES MÉTHODES D'ANALYSE DES VINS

Par M. Tony-Garcin

Je reçois avec le règlement du Congrès international d'agriculture de 1889, qui a été institué à l'occasion de l'Exposition universelle, le questionnaire rédigé par le comité d'organisation.

Ces documents portent division du Congrès en six sections dans les programmes desquelles ceux de la troisième et de la cinquième peuvent comprendre la question spéciale du congrès œnologique.

La cinquième section en effet renferme la viticulture et la troisième, relative à l'enseignement agricole à tous les degrés et aux stations agronomiques, renferme implicitement les procédés d'analyse.

Le questionnaire contient en effet à ce sujet les deux alinéas suivants, que je suis heureux de citer textuellement :

Une dernière question doit appeler tout particulièrement l'attention des rapporteurs au sujet des stations agronomiques et des laboratoires agricoles, c'est celle de savoir s'il ne serait pas possible d'arriver à l'unification des méthodes d'analyse et d'essais de toutes natures, afin de rendre les travaux, recherches et essais comparables,

et par quels moyens on pourrait arriver à reviser chaque année les procédés indiqués, afin de les maintenir toujours au courant des progrès de la science.

Il appartient au reste à MM. les rapporteurs de signaler à l'attention du comité de patronage, toute question sur laquelle ils désireraient appeler l'examen du Congrès et provoquer la discussion en vue d'élucider certains points sur l'organisation actuelle de l'enseignement agricole ou des établissements de recherches et de contrôles.

Ils devront, dans ce cas, exposer dans un rapport leurs motifs et leurs vues sur la question, afin de la bien préciser.

Si le congrès veut appliquer cette partie du programme aux analyses œnologiques, ce sera, on le voit, l'accomplissement du vœu que j'ai depuis longtemps exprimé dans le *Moniteur vinicole* et qui a déjà réuni tant d'approbations parmi ceux qui, à divers titres, s'occupent de vins.

L'unification des méthodes d'analyses a été magistralement faite par le congrès de l'association des chimistes de sucrerie et de distillerie.

La même œuvre est à faire pour l'œnologie et elle se fera aujourd'hui.

Nous en avons pour garant le document dont je publie ci-dessus un extrait, et nous avons surtout un *défenseur né* de l'idée dans la personne de l'honorable membre de l'Institut, secrétaire général du congrès agricole, M. P.-P. Dehérain. C'est en effet sous sa présidence que l'association des chimistes de sucrerie a procédé à l'unification des méthodes d'analyse pour les engrais : il acceptera certainement de diriger à nouveau une œuvre similaire en codifiant les procédés analytiques de l'œnologie.

Le questionnaire officiel reste dans son rôle en précisant la question sans préjuger la solution. Il indique toutefois un desideratum nécessaire : c'est d'arriver à reviser annuellement les procédés indiqués, afin de les maintenir toujours au courant des progrès de la science.

Or il me paraît utile que préalablement au congrès, une discussion dans la presse spéciale vienne apporter des documents à la délibération. Aussi dirai-je aujourd'hui dans ses principales lignes quelle me semble devoir être l'œuvre de la grande réunion de 1889.

Tout d'abord je crois qu'il ne peut être fait cette année qu'un travail préliminaire et non définitif.

La question des procédés d'analyse des vins est fort étendue et, par la minutie des détails, comporte un développement considérable.

Rattachée ainsi qu'elle l'est aujourd'hui à un congrès dont l'objet général comprend l'universalité des arts agricoles, elle ne peut prétendre à y occuper la place qui lui est nécessaire pour être traitée à fond.

D'autre part le temps est peut-être bien court (moins de trois mois jusqu'au 4 juillet) pour que les spécialistes de toutes nations préparent un ensemble de leurs travaux, seuls documents de la confrontation desquels sortira l'œuvre parachevée.

Il faudra donc, à mon avis, spécialiser en les bornant et les délimitant les travaux de la réunion de 1889.

On pourrait provoquer par exemple une discussion complète sur quelques questions spéciales que l'actualité désigne tout particulièrement à l'attention. Parmi celles-ci je citerai les suivantes :

L'examen de la coloration artificielle;

La recherche des vins de raisins secs;

La recherche, le dosage et la différentiation des glucoses, dextrines et matières gommeuses dans les vins ;

La recherche du vinage;

La caractérisation du mouillage.

En se bornant à ces quelques problèmes, on pourrait espérer dans les limites de temps du congrès, arriver à une solution.

Mais il me paraît que le résultat le plus efficace à obtenir serait la création d'un congrès spécial annuel, qui perpétuerait, en lui survivant, le congrès de l'exposition du centenaire, et qui dans ses sessions ultérieures achèverait l'œuvre commencée.

Les congrès annuels pourraient être reliés entre eux par la nomination d'une commission technique permanente, qui aurait pour objet l'élaboration des programmes, l'appel aux initiatives privées, la consécration, par la publication, des décisions adoptées.

Il me paraît que ces propositions rentrent si bien dans l'esprit du questionnaire officiel que je ne mets pas en doute leur adoption.

Les idées de la commission du congrès me paraissent tellement

conformes à celles soutenues depuis longtemps dans les colonnes du *Moniteur vinicole,* que la campagne entreprise ici acquiert par elles une consécration officielle dont je suis très heureux.

L'idée d'un congrès des chimistes œnologues que le premier j'ai émise dans les colonnes du *Moniteur vinicole,* a fait aujourd'hui son chemin. Je constate avec plaisir que mes confrères de la presse spéciale commencent à l'adopter.

Avant de lancer l'idée dans ce journal, je m'en étais entretenu avec M. Jarlauld, le membre de la Chambre de commerce de Paris si estimé du commerce des vins; il s'en déclara partisan convaincu. Je fis alors (en 1886), verbalement, une proposition en ce sens à la Chambre syndicale des vins en gros de la Seine, et son honorable président, M. Gabriel, me répondit qu'il ne croyait pas que l'initiative d'une pareille réunion spécialement technique dût venir d'un syndicat de commerce.

C'est alors, qu'à l'occasion de faits signalés par M. Lamouroux, président du syndicat du Gard, je crus devoir livrer ma proposition à la publicité (*Moniteur vinicole* du 22 octobre 1887). Mon excellent collaborateur, M. Desmoulins, y donna son appui énergique qu'il renouvela dans un second article du 3 avril 1888.

Entre temps, le syndicat général, sous la présidence de M. Levillain, s'était occupé de la question sans aller pourtant jusqu'à la résoudre.

Le 8 mai 1888, en relatant les méthodes prônées par le Congrès de Rösen, je revenais ici sur la question.

M. Levillain, président du syndicat général, dont l'activité et le dévouement sont notoires, écrivait en juillet 1888 à M. le Garde des sceaux au sujet de l'uniformisation des analyses. Le procédé de réglementation qu'il proposait, tout en poursuivant le même but, ne me paraissant pas avoir l'autorité des décisions d'un congrès, je le lui fis savoir en août 1888.

Les 26 et 30 novembre 1888, les 8 et 24 janvier, 12 février, 28 mars, 11 avril 1889, dans sept articles du *Moniteur vinicole,* je rappelai l'importance et l'urgence du congrès.

Enfin, le 11 avril 1889, au reçu de ma nomination comme membre du congrès agricole, j'adressai à l'éminent secrétaire général, M. Dehé-

rain, membre de l'Institut, dont les travaux de chimie agricole et analytique sont classiques, le rapport que je reproduis ci-après. Il résume les arguments que j'ai disséminés çà et là depuis trois ans :

Rapport présenté au Congrès agricole international de Paris en 1889, pour l'uniformisation des méthodes d'analyse des vins, la création de congrès œnologiques annuels et d'une commission permanente.

L'analyse chimique a depuis de longues années pris sa place dans l'industrie dont elle est devenue le guide éclairé, elle pénètre de plus en plus dans la pratique commerciale où elle sert d'arbitre.

Mais plus elle tend à occuper une place élevée, plus les intéressés demandent à ses décisions de certitude et de constance.

L'industriel dont l'intérêt est et n'est que dans la vérité, s'occupe avant tout de l'exactitude des dosages. Dans une transaction commerciale où se trouvent toujours en présence les intérêts antagonistes de l'acheteur et du vendeur, ceux-ci penchent naturellement vers l'opérateur ou la méthode qui leur est le plus favorable, et journellement opposent chimiste à chimiste, procédé à procédé, en vue du gain possible et non de la vérité technique.

Certains dosages, certaines recherches de fraudes, surtout, donnent lieu à des différences exploitées souvent avec âpreté.

La science chimique a fait dans ces dernières années des conquêtes gigantesques. Mais son champ infini ouvre toujours à l'explorateur de nouveaux horizons et son progrès est incessant.

Qui dit progrès, dit évolution, changement, et de ce fait cinématique dérive dans la pratique une succession de méthodes de recherches plus ou moins parfaites.

Selon qu'un expérimentateur aura adopté l'une ou l'autre, il peut être conduit à des résultats divergents: de là des contradictions et des litiges.

Les questions de coloration, celles d'extrait sec ont été fécondes en différends.

On me permettra de citer un fait typique et ici je serai textuel : (suit la copie d'un rapport de M. Lamouroux qui a été reproduit dans le *Moniteur vinicole* du 15 avril 1888).

Je n'insiste pas sur l'émoi que peuvent causer aux intéressés de pareilles constatations.

Le fait n'est point d'ailleurs spécial à l'œnologie.

Dans le commerce des engrais, un des plus atteints par cet état de chose, les techniciens en ont reconnu depuis longtemps les dangers, et ont réalisé par leur entente un accord qui doit s'établir partout aujourd'hui.

Voici dans quels termes s'exprimait à ce sujet l'association des chimistes

de sucrerie et de distillerie dans la brochure publiée par elle en mars 1886 :

« Il est indispensable d'arriver à une entente pour éviter les divergen-
« ces qui ébranlent la confiance des praticiens dans les lumières de la
« science, qui suscitent constamment des difficultés entre vendeurs et
« acheteurs, qui font croire à la fraude là où elle n'existe pas, qui dérou-
« tent la conscience des juges, et, finalement, discréditent autant les chi-
« mistes que les négociants. »

Pour répondre au but indiqué, le comité des stations agronomiques et des laboratoires agricoles, que préside l'éminent et sympathique directeur de l'agriculture, M. Tisserand, publiait en 1887 un rapport au sujet des méthodes à suivre dans l'analyse des matières fertilisantes. La compétence et la haute valeur des membres du comité sont assez notoires pour qu'il soit inutile d'insister sur l'importance de ce travail qui a été inséré au *Bulletin de l'Agriculture*.

Le commerce des vins en est aujourd'hui où en était à l'époque celui des engrais.

Un grand nombre de chimistes œnologues publiaient, cela est vrai, tous les jours les résultats de leurs recherches; certains laboratoires officiels suivent leur exemple, quoique l'un d'entre eux, celui de Paris, ait émis dernièrement la prétention de garder secrète sa manière d'opérer; mais tous ces travaux disséminés, faits dans les laboratoires municipaux à un point de vue fiscal ou judiciaire, ont besoin d'une sanction qui les élève au-dessus de toute discussion, qui en fasse une règle acceptée sans conteste et cela, seul un congrès peut le donner.

Conclusion. — Sans insister sur les considérations précédentes, j'ai l'honneur de proposer au Congrès international agricole :

1° De déléguer à une de ses sections la mission de codifier les méthodes d'analyses œnologiques ;

2° D'assurer la mise au courant des progrès de la science de cette codification par la création d'un congrès annuel d'œnologie;

3° D'établir un lien entre tous ces congrès successifs par la nomination d'une commission permanente à qui incomberait le soin de publier les décisions des congrès passés, de recevoir les propositions et d'arrêter les programmes pour les congrès futurs

Le noyau né de cette commission permanente est évidemment le comité des stations agronomiques et des laboratoires agricoles, auquel on demanderait de s'adjoindre quelques spécialistes.

Paris, le 11 avril 1889. *Signé :* TONY-GARCIN.

L'éminent M. Dehérain me répondit le 15 avril par une toute bienveillante lettre en m'engageant à présenter également ma proposi-

tion au Congrès international de chimie (section agricole), ce que j'ai fait.

Je sollicite d'autre part le haut patronage du comité institué auprès du ministère de l'agriculture, et je crois pouvoir être assuré de son précieux concours.

Ainsi donc, grâce au *Moniteur vinicole*, voilà une question très importante pour l'industrie des vins à la veille d'être résolue.

Il n'est pas inutile de noter que les adhésions n'ont point tardé à se produire.

Des premières nous avons à enregistrer :

Celle du chimiste de la douane de Montevideo qui viendra d'au-delà de l'Atlantique participer à nos travaux ;

Celle de M. F. List, directeur de la *Weinbau-Versuchsstation* (station œnologique de Wurzburg) ;

Celle de M. Bauer qui nous écrit de Vienne (Autriche) le 28 octobre dernier, que chargé par le syndicat de Vienne de provoquer l'uniformisation des méthodes d'analyse des vins, il se rallie ardemment au congrès proposé et assure que, dès sa formation, le gouvernement autrichien s'empressera d'envoyer des délégués.

Le 14 avril 1889, M. Rœsler, directeur de la station impériale et royale de recherches sur les vins à Klosterneuburg (Autriche), chimiste dont la haute science œnologique est connue et appréciée du monde entier, m'écrivait la lettre suivante :

Cher Monsieur,

J'ai eu l'honneur de recevoir vos publications importantes et je vous prie d'en agréer mes remerciements. Je les ai lues avec grand intérêt, et étant depuis longtemps désireux d'arriver à une unification des méthodes, vous trouverez en moi quelqu'un qui fera tout le possible pour atteindre le but. Je vous donne l'autorisation de publier une traduction française de ma publication, et je prends la liberté d'appeler votre attention à cet égard sur mes *Mittheilungen der R. R. Versuchsstation*, nos 1, 4 et 5, où vous trouverez traité de différentes méthodes d'analyses des vins ; je vous adresse par ce courrier la dernière.

Je me réjouis de trouver en vous un homme qui combat au premier rang pour le congrès dont j'ai désiré la réunion depuis longtemps.

Veuillez, etc.

Signé : Prof. Dr L. Rœsler,
Chef de la station expérimentale.

La *Revue* des travaux de la station de Klosterneuburg dont il est ici question contient des documents très intéressants ; on me permettra de noter que diverses des méthodes que j'ai proposées dans ce journal ont été adoptées par les chimistes autrichiens, qui ont bien voulu les citer avec faveur.

Enfin, dans un voyage récent que je viens de faire dans le midi de la France, j'ai pu constater, en causant, à Lyon et à Marseille, avec divers de mes confrères, combien l'idée du congrès était accueillie favorablement ; parmi les adhérents les plus convaincus, je citerai M. Léon Laffitte qui s'occupe spécialement des analyses de vins et que je tiens à remercier de sa chaleureuse adhésion.

La meilleure pierre de touche de la justesse d'une idée est l'approbation qu'elle rencontre dans la masse des intéressés. Or, je constate avec plaisir que le commerce et la production des vins, unanimes à déplorer les contradictions d'analyses, sont aussi unanimes à applaudir au congrès qui mettrait fin à cet état de choses.

Les chimistes ne sont pas des derniers à se rallier.

La Société chimique de Paris, dont on connaît l'autorité et l'importance, a, de son côté, pris l'initiative de travaux destinés à amener l'uniformité dans l'analyse des produits alimentaires.

Voici ce que m'écrit, à ce sujet, M. Armand Gautier :

Paris, le 23 mai 1889.

Cher Monsieur,

Il est en effet nécessaire d'uniformiser les méthodes d'analyse, celle des vins en particulier.

Le bureau et le conseil de la Société chimique de Paris s'en sont préoccupés, et cette codification des méthodes va faire l'objet de l'étude spéciale d'une commission qui fera connaître ses idées au congrès des chimistes qui va se réunir très probablement en août. Une discussion s'établira, des rapports et mémoires sur chaque point en litige seront lus ; quand l'opinion sera suffisamment éclairée, des conclusions fermes seront adoptées.

Il est donc important que ceux qui comme vous ont à faire des propositions au congrès se tiennent prêts. Quant au mode opératoire précis, à l'époque de la réunion du congrès, et aux noms des membres de la commission technique chargée de l'étude des méthodes d'analyse des vins et autres matières alimentaires ou agricoles, veuillez pour vous renseigner

plus complètement, vous adresser au secrétaire général de la Société chimique, M. Hanriot.

Signé: Armand GAUTIER.

Nous savons tous ce qu'est M. Armand Gautier ; un maître de la première heure en œnologie, chimiste des plus éminents, que ses travaux sur les ptomaïnes, les carbylamines (qu'il a découverts), etc., ont placé hors de pair ; le successeur de Würtz à la chaire de chimie de la faculté de médecine de Paris. Il a appliqué sa haute science et son expérience à des études sur les vins qui sont restées classiques. C'est dire combien est précieuse et autorisée l'adhésion qu'il donne à l'œuvre poursuivie dans les colonnes du *Moniteur vinicole.*

M. Hanriot, qui vient de publier avec la collaboration de M. Wilm un magnifique traité de chimie, m'écrit d'autre part:

Paris, 25 mai 1889.

J'ai reçu le numéro du journal que vous m'avez envoyé, qui montre que le congrès a été bien inspiré en organisant une section d'analyse des produits alimentaires. Vous recevrez, sous peu, le règlement de ce congrès, et l'exposé du sujet à traiter dans chaque section.

Notre confrère bien connu et estimé du commerce des vins, M. Magnier de la Source, m'écrit « qu'il se fera un devoir de prendre « part aux travaux du congrès œnologique ».

Enfin, parmi mes autres collègues en analyse chimique, j'ajouterai aux adhérents : M. Verhœven, dont j'ai fait connaître dans le temps les observations sur la recherche de l'acide salicylique ; M. Dybowski, professeur de chimie au lycée Charlemagne, et mon excellent ami et confrère Marius Poileux, chimiste à Bercy, dont l'adhésion date presque de la première heure, près de deux ans !

P.-S. — Cet article était déjà imprimé quand j'ai reçu de M. Portes, pharmacien en chef de Lourcine et chimiste de la chambre syndicale, une lettre charmante et des plus chaleureuses.

M. Portes m'apprend que la Chambre syndicale de la Seine s'est occupée de cette question il y a dix ans au moins et qu'il avait été personnellement chargé d'arriver à une entente amiable. J'enregistre avec plaisir, sommairement aujourd'hui, cette constatation qui ne peut

que favoriser notre œuvre, et je remercie de tout cœur mon confrère, M. Portes, de sa toute aimable et toute sympathique lettre.

Ainsi que je le disais dans mes derniers articles, *l'agitation* est faite autour de la question, et on peut être certain aujourd'hui qu'elle sera résolue.

L'essentiel est que nous arrivions à une œuvre *unique*. Le congrès agricole, le congrès chimique, la Société chimique de Paris, le comité des stations agronomiques et des laboratoires agricoles s'en occupent. Il sera utile que ces travaux soient unifiés.

Un fait certain est que l'importance de la matière l'empêchera d'être épuisée dans ces réunions de l'année 1889. On sera contraint certainement, dans cette première étape, de s'en tenir aux questions générales et de se borner à poser pour les faits particuliers un certain nombre de points d'interrogation dont la réponse sera réservée aux congrès futurs.

L'essentiel était de faire admettre d'abord le principe de l'unification, ensuite de subordonner la solution à un congrès, au concours de *tous* et ceci est acquis.

Les adhésions continuent et je suis avisé de l'arrivée à Paris, à cette occasion, d'un très grand nombre de nos confrères de province ; il en est qui sont déjà ici et avec lesquels je dois m'entretenir dans le courant de la semaine.

Voici l'extrait d'une lettre de mon excellent confrère, M. Portes, chimiste de la chambre syndicale des vins, actuellement pharmacien en chef de l'hôpital de Lourcine, et dont je suis heureux d'annoncer la nomination avec avancement de classe à la tête de l'hôpital Saint-Louis.

Paris, ce 27 mai 1889.

Mon cher Confrère,

. . . . . .

Cela dit, causons du futur congrès œnologique !

L'idée de ce congrès, qui appartient à la Chambre syndicale, de même que la plupart des excellentes mesures qui ont permis au commerce en gros de sortir inattaqué de la lutte engagée contre la falsification des denrées alimentaires, date de très longtemps, six ans, au moins, puisqu'à cette époque j'ai été chargé de m'occuper de cette question et de tâcher

d'amener tous nos confrères à reviser officieusement les méthodes d'analyse des vins.

J'ai vu alors plusieurs des chimistes œnologues et ces démarches ont eu comme résultat une entente relative sur certaines questions, l'extrait sec entre autres.

Très rares sont, en effet, ceux qui actuellement opèrent seulement sur 10 cc. de vin ; très peu nombreux aussi sont ceux qui continuent à faire la dessiccation à l'étuve, au lieu de la faire au B.-M. à 100°, comme je l'ai toujours conseillé.

Mais si l'accord a été assez facile sur certains points, beaucoup n'ont pu être acquis à l'amiable : la forme, le diamètre, la nature des capsules qui auraient nécessité une transformation d'un matériel coûteux ; le temps nécessaire à la dessiccation ; la méthode à suivre pour le dosage du sucre ; les procédés pour la recherche des matières colorantes ; etc., etc.

En cela, je me suis heurté ou à de vieilles habitudes ou à des amours-propres d'auteurs qui trouvaient leur enfant plus beau que celui du voisin.

Faut-il le dire ? j'ai trouvé aussi peu d'écho chez quelques-uns. Et j'ai attendu des jours meilleurs !

Sont-ils réellement arrivés ; votre campagne faite par la voie de la presse aura-t-elle plus de succès que mes démarches, et va-t-elle enfin nous permettre d'obtenir des résultats concordants ? Permettez-moi de l'espérer, car les circonstances ne seront jamais plus favorables, et croyez que je ne serai pas le dernier à vous aider à y contribuer.

Veuillez agréer, mon cher confrère, l'assurance de mes sentiments les plus sympathiques.

L. Portes.

De M. Léon Laffitte, chimiste spécial à Marseille, je reçois la lettre suivante :

Monsieur,

J'ai reçu, avec vos lignes, le numéro du *Moniteur vinicole* que vous m'avez envoyé et vous remercie des quelques mots que vous m'y consacrez. Je serai donc à Paris du 4 au 11 juillet, heureux de contribuer ainsi pour ma part modeste au succès du congrès dont vous avez été l'initiateur.

Croyez, Monsieur, à ma respectueuse considération.

Léon Laffitte.

D'autre part, M. Bauer me renouvelle, comme suit, sa sympathique collaboration :

Vienne, le 28 mai 1889.

Monsieur,

J'ai bien reçu votre estimée lettre du 24 courant et le numéro du *Moniteur vinicole* que vous m'avez adressé, et que j'ai lu avec beaucoup d'intérêt. Inutile de vous dire, Monsieur, que je reste tout à votre disposition pour l'action en faveur de la réalisation du congrès œnologique, et vous présente l'assurance de ma considération parfaite.

M. Bauer.

Je publierai prochainement des détails sur la participation du comité des stations agronomiques et des laboratoires agricoles.

En affirmant, dès l'origine, le concours certain du comité des stations agronomiques et des laboratoires agricoles institué près le ministère de l'agriculture, j'avais escompté le libéralisme bien connu de cette haute commission scientifique.

L'événement m'a donné raison.

J'ai eu l'honneur d'être reçu par M. Tisserand, directeur de l'agriculture et président du comité, et d'avoir avec lui un long entretien. Avec une affabilité grande dont je ne saurais trop le remercier, il m'a autorisé à le publier.

« J'ai pris connaissance, me dit le directeur de l'agriculture, de votre proposition d'uniformisation des méthodes d'analyse des vins, et la considère comme excellente en principe. Mais en ce qui me regarde, voici deux remarques auxquelles je désire que vous répondiez :

« D'abord appartient-il bien à notre comité qui est essentiellement technique agricole de traiter d'une question vin et alcool ? ensuite ne voyez-vous pas un obstacle en ce fait que mes collaborateurs qui sont, c'est vrai, des chimistes éminents, ne sont peut-être pas tous des spécialistes pour la question particulière que vous visez ? »

Sans entrer dans le détail du dialogue, voici en résumé les arguments que j'ai fait valoir auprès de M. Tisserand et auxquels il s'est rendu avec la plus parfaite bonne grâce.

Le vin et incidemment l'alcool sont essentiellement des produits agricoles, à tels points qu'ils représentent plus du tiers du revenu foncier de la France. Or, si le commerce a un intérêt majeur à voir les analyses unifiées, la production partage à un degré égal cet intérêt.

Le producteur de vins de Jacquez qui se voit menacé par une analyse lui déclarant son vin coloré, celui qui, envoyant son vin nature, est accusé de mouillage, soit que les circonstances climatériques ou cryptogamiques aient abaissé la qualité du produit ou qu'un chimiste ait donné un extrait sec, erroné, celui que des déterminations saccharimétriques ou polarimétriques mal exécutées ou mal interprétées font accuser de glucosage, etc., le producteur, dis-je, est grandement intéressé à ce que l'analyse chimique qui contrôle son produit soit effectuée suivant des règles certaines.

Il n'est donc pas douteux que l'agriculteur honnête bénéficiera grandement de la mesure proposée.

La seconde objection relative à la compétence *spéciale* du comité est tout aussi facile à réfuter.

Ce que j'ai l'honneur de demander au comité est en effet une sorte d'arbitrage qui emprunte à sa haute science la sanction de son autorité.

La question est soulevée et des travaux importants vont se produire de toutes parts : le congrès agricole, le congrès de chimie, la Société chimique de Paris, les nombreux chimistes œnologiques de l'étranger et de France (ainsi que le prouvent les adhésions que j'ai déjà enregistrées), apporteront leur pierre à l'édifice commun qui sera bien l'œuvre de tous (*congressus omnium*). Mais cet édifice composite, quel est l'architecte qui lui donnera la forme définitive sous laquelle il prendra son caractère d'unité ?

A mon avis, nul mieux que le comité du ministère de l'agriculture ne peut entreprendre cette tâche, et c'est le rôle supérieur et impartial de juge et de rédacteur de l'arrêt que je vois le mieux approprié à l'esprit et à la nature de la haute commission.

Se faire le récepteur de l'universalité des travaux que suscitera l'uniformisation des méthodes d'analyse, nous demander à tous, spécialistes petits et grands, nous demander de lui faire connaître les observations que la pratique nous a permis de recueillir, les études que nos travaux journaliers nous ont poussés à entreprendre, condenser et comparer ces éléments concourant de toutes parties du monde technique, leur appliquer la critique de sa haute science, l'éclairer au besoin par l'expérience qui lui sera facile dans les labo-

ratoires de l'Institut agronomique et enfin prononcer en toute connaissance de cause un verdict qui s'imposera ; tel me paraît le grand et beau rôle que peut prendre le comité des stations agronomiques et des laboratoires agricoles.

La tâche est, je ne me le dissimule pas, délicate et difficile, la science des membres de la commission la leur rendra légère. Il est un avantage important que notre œuvre trouverait dans la commission : c'est sa permanence.

L'œuvre première élaborée, si elle est le dernier mot d'aujourd'hui ne sera pas celui de demain.

Il appartiendra au comité de suivre les progrès effectués, le jour venu, de nous convier à de nouvelles assises, à de nouveaux travaux, et de fixer les conquêtes acquises par des documents supplémentaires.

Ainsi faisant, on aura une œuvre toujours actuelle, toujours vivante, faisant constamment autorité.

Ces arguments ont été pleinement acceptés par M. Tisserand qui a bien voulu me dire qu'il m'autorisait à soumettre ma proposition à M. le ministre de l'agriculture, d'où elle lui reviendrait *certainement avec un avis favorable* et que, de son côté, il convoquerait très prochainement le comité pour le faire statuer.

Je me suis retiré en remerciant chaudement M. le directeur de l'agriculture de son aimable réception et de ses dispositions toutes favorables. Je rendrai compte aux lecteurs du *Moniteur vinicole* de la suite qui sera donnée à cette démarche.

Nombre de mes confrères spéciaux ont appuyé chaleureusement l'unification que je demande ; je les remercie tous et m'excuse de ne pouvoir tous les citer. Toutefois je ne veux pas laisser, sans une mention spéciale, les adhésions du *Vigneron Narbonnais* dont mon excellent confrère Paul Sol est le directeur et celle de la *Feuille vinicole de la Gironde* que M. Kœrig dirige avec tant de compétence et d'urbaine confraternité :

A la date du 31 mai, le *Vigneron Narbonnais* écrit ce qui suit :

Notre compatriote, M. Tony-Garcin, chimiste à Paris, vient de proposer au congrès international de chimie (section agricole) d'organiser un « Congrès œnologique pour l'uniformisation des méthodes d'analyse de vins ».

Depuis longtemps cette uniformisation devrait exister, nous ne pouvons donc que remercier M. Garcin de son insistance et de ses démarches pour arriver à ce résultat, et lui souhaiter une parfaite réussite.

La *Feuille vinicole de la Gironde* annonce le congrès en ces termes :

Un chimiste bien connu dans le monde vinicole, M. Tony-Garcin, vient de proposer au congrès international de chimie (section agricole) d'organiser un congrès œnologique pour l'uniformisation des méthodes d'analyse de vins. Cette idée est très appuyée et fera certainement son chemin.

Comme mon confrère, j'ai confiance en l'avenir de l'idée, mais il faut, je le répète, et j'ose y compter, qu'elle soit l'œuvre de tous sans exception.

TONY-GARCIN.

L'EXAMEN DES VINS

RECUEIL DES DONNÉES D'APRÈS LESQUELLES IL FAUT JUGER DE LA PURETÉ DES VINS, FAIT EN VUE DU RÉGIME DE DOUANE A APPLIQUER

Rédigé par la Station impériale-royale expérimentale chimico-physiologique de viti- et fruiticulture, à Klosterneuburg, près Vienne.

Méthodes d'examen des vins usitées dans plusieurs pays.

INTRODUCTION

Dans ces dernières années, le commerce d'exportation des vins a eu, à plusieurs reprises, l'occasion de se plaindre de cet inconvénient que, au passage de la frontière, les vins sont examinés par des chimistes étrangers qui, très souvent, les jugent beaucoup plus sévèrement que les vins de leur propre pays. Les différends de cette nature devenaient plus fréquents surtout, d'une part, par suite de luttes de tarifs douaniers et, d'autre part, à cause de

l'élévation sensible des impôts sur les alcools dans presque tous les pays dont il s'agit ; en effet, cette élévation eut pour conséquence une élévation notable des droits d'importation sur les alcools, et pour empêcher l'importation *d'alcool non déclaré,* ajouté aux vins, chacun des pays en question déclara *n'admettre comme soumis au droit du vin que les vins naturels.*

Dans les deux traités de commerce conclus dernièrement par l'*Autriche-Hongrie* avec l'*Italie* et la *Suisse,* cette difficulté a déjà été prise en considération. En effet, on a, dans les suppléments de ces deux traités, proposé une conférence entre des experts de l'Italie, la Suisse, la Hongrie et l'Autriche, qui devront s'accorder sur la méthode et la portée de l'analyse et du jugement que l'application du régime douanier pourra nécessiter.

De la part du gouvernement *hongrois,* il existe déjà un *projet* à cet égard, et les méthodes et conclusions indiquées ci-après sous la rubrique *Hongrie* proviennent de cette source.

Or, les méthodes et conclusions qui vont être exposées ci-dessous sont destinées à fournir des sujets à ces conférences, et en même temps, elles doivent fournir la preuve qu'on pourrait arriver même facilement à un accord international.

L'étude comparative des méthodes et conclusions en question a été rédigée par la *Station Imp. Roy. chimico-physiologique expérimentale de viti et fruiticulture à Klosterneuburg,* et les passages imprimés en plus grands caractères représentent des textes originaux ou des traductions — dans quelques cas une explication plus succincte de la méthode, — tandis que les remarques en caractères plus petits ont en partie une tendance critique, et développent, pour le reste, des idées sur la voie dans laquelle on pourrait arriver à un accord.

LITTÉRATURE

AUTRICHE

Rapport sur la réunion d'œno-chimistes autrichiens au troisième congrès des viticulteurs autrichiens à Bolzano (Bolzano, 1886). Comptes rendus des séances du congrès (Bolzano, 1887).

EMPIRE ALLEMAND

Résolutions de la Commission convoquée par l'*Office impérial d'hygiène* pour l'établissement de méthodes uniformes pour l'examen des vins (Berlin, 1884) — Borgmann (Eugène), docteur ès sciences, *Instruction pour l'analyse chimique du vin,* Wiesbaden, C. W. Kreidel, 1884, page 123 et suivantes.

ITALIE

Norme per il prelevamento di campioni da analizzare e metodi di analisi dei concimi artificiali e dei vini prescritti dal ministero di agricoltura alle stazioni agrarie ed ai laboratori di chimica agraria nel Regno (Le stazioni sperimentali agrarie italiane). Décret du ministère du 29 novembre 1887, XIV, page 224 (Traduction allemande, extraite du *Journal officiel* du Royaume d'Italie, et publiée par le journal *Oesterr.-ungar. Wein- und Agricultur-Zeitung,* 1888, n° 21).

SUISSE

Résolutions de l'Association des chimistes analystes de Suisse. Olten, 12 mars 1887 (Suisse, W. Pharm, 1887, 110-14. Reproduit en extrait par la *Vierteljahrsschr. Chem. d. Nahrungs- u. Genussm.,* 1887, page 271).

FRANCE

Instruction pratique pour l'analyse des vins blancs et des vins rouges dans les laboratoires de l'État en France. — Publiée par le Comité consultatif des arts et manufactures, Paris, 1888. — Le *Moniteur vinicole* (n° 85, 26 octobre, n° 86, 30 octobre, et une rectification dans le n° 91 du 16 novembre 1888).

HONGRIE

Projet susmentionné.

Quant à l'ordre, il faut remarquer que les méthodes autrichiennes, allemandes et italiennes sont décrites en premier lieu vu leur

assez grande conformité, ensuite les méthodes suisses (comme intermédiaires), et finalement les méthodes françaises et hongroises (comme présentant des affinités).

LE DOSAGE DE L'ALCOOL

AUTRICHE

Pour la détermination de la richesse alcoolique, il faut se servir de la méthode par distillation. La teneur en alcool du produit de la distillation peut être recherchée soit en déterminant le poids spécifique par la méthode du flacon, soit directement, au moyen d'un alcoomètre très exact, vérifié par le chimiste lui-même, et dont la graduation est divisée d'une manière bien visible en dixièmes pour cent. Autant que c'est possible, ces déterminations doivent toujours être faites à la température normale de 15 degrés centigr. Pour exprimer en grammes la richesse alcoolique par 100 cent. cubes, il faut multiplier par 0.7943 les pour cent de volume, déterminés à la température normale de 15 degrés centigr.

Note. — En plongeant l'alcoomètre dans le liquide, il faut bien observer les précautions connues.

EMPIRE ALLEMAND

Le dosage de l'alcool se fait en opérant sur 50 à 100 cent. cubes de vin par la méthode de distillation. Pour l'indication de la richesse alcoolique il faut dire 100 cent. cubes de vin contiennent *n* grammes d'alcool. Pour le calcul, on se sert des tableaux de *Baumhauer* ou de *Hehner*.

Note. — Il n'est pas indiqué de quelle manière on doit déterminer le poids spécifique du produit de la distillation ; cependant, il est dit relativement à la prise de la *densité*.

On détermine la densité par la méthode du *flacon,* ou bien au moyen d'une balance de *Westphal*[1] contrôlée au moyen du flacon. — Température 15 degrés centigr.

---

1. En ce qui concerne l'exactitude de cette balance, voyez la note à la rubrique Haïe.

ITALIE

On distille, et l'on recherche le poids spécifique du produit de la distillation à l'aide de la balance de Westphal, à 15 degrés centigr. La richesse alcoolique en pour cent de volume est donnée par les tableaux accompagnant l'instrument, et, si on le désire, on indique aussi le nombre de grammes par 100 cent. cubes.

Note. — La balance de Westphal ne permet la détermination exacte du poids spécifique que jusqu'à la *troisième décimale*. Or, pour la recherche de la richesse alcoolique jusqu'à 1/10 p. 100 de volume, il faut déterminer le poids spécifique jusqu'à quatre décimales; ainsi, par exemple, 5.1 p. 100 de volume correspondent au poids spécifique de 0.99269, et 5.2 p. 100 de volume au poids spécifique de 0.99256.

Aussi, une *erreur de quelques dixièmes pour cent de volume* est-elle possible, quand on emploie la balance Westphal pour la détermination du poids spécifique.

SUISSE

L'alcool se dose dans le produit de la distillation au moyen du flacon, et l'on recommande spécialement l'usage d'un flacon à thermomètre rodé et à fermeture capillaire.

Note. — Le flacon semble être celui de Geissler, qui donne des résultats très exacts, puisque le thermomètre, divisé en des cinquièmes de degrés, permet d'observer avec facilité des dixièmes de degrés.

FRANCE

Pour un examen sommaire, on peut se servir des ébullioscopes, mais dans les cas de contestations, on devra toujours procéder par voie de distillation, en opérant sur une quantité suffisante de vin (300 cent. cubes au moins) et en se servant d'alcoomètres étalons.

L'observation doit être faite à la hauteur du ménisque.

Les liquides doivent être neutralisés avant l'opération.

Note. — La quantité de 300 cent. cubes est incommode dans les cas d'analyses faites à la douane, parce que, très souvent, les échantillons envoyés n'excèdent pas le contenu d'une bouteille, et que, dans ce cas, il reste trop peu de vin pour les autres analyses. — 100 cent. cubes suffisent largement.

HONGRIE

Pour la détermination de la richesse alcoolique, on doit se servir de l'ébullioscope Malligand.

Note. — Jusqu'à ce jour, plusieurs autres ébullioscopes, tout aussi exacts, ont été construits, par exemple, celui de Kappeller, de Benevolo, etc. La méthode de la distillation — convenablement exécutée — est plus exacte, et n'exige pas un instrument aussi coûteux et aussi fragile. De plus, il faudrait que le chimiste vérifiât d'abord tout ébullioscope, parce qu'il est arrivé, à plusieurs reprises, que les ébullioscopes ont donné des résultats inexacts.

LE DOSAGE DE L'EXTRAIT SEC

AUTRICHE

Pour les vins secs, le dosage de l'extrait se fait en séchant le résidu de l'évaporation de 50 cent. cubes de vin, pendant 2 heures et demie, dans une capsule en platine, à l'étuve à eau.

Les vins de liqueur sont étendus d'une quantité suffisante d'eau pour réduire leur extrait à 2 ou 3 p. 100 au plus, et ensuite on opère comme pour les vins secs.

Cependant la détermination de l'extrait — tout aussi bien celui des vins secs que celui des vins de liqueur, mais surtout de ces derniers — peut aussi se faire dans le vin désalcoolisé, soit par la recherche du poids spécifique, soit à l'aide d'un saccharomètre très exact, vérifié par le chimiste lui-même, et dont la graduation indique d'une manière bien visible des dixièmes pour cent.

Comme il arrive très souvent que des résultats différents sont obtenus avec des vins de liqueur, suivant les deux méthodes, il est nécessaire d'indiquer dans chaque cas la méthode employée pour la

détermination. C'est ainsi qu'il faut dire, par exemple : Suivant le poids spécifique du vin désalcoolisé.

Note. — Le terme « extrait sec » pourrait servir pour désigner le chiffre auquel on arrive en opérant d'après la première méthode. Après les mots « capsule en platine » il faudrait intercaler « à fond plat », puisque suivant qu'on opère dans des capsules sphériques ou à fond plat on trouve des quantités d'extrait quelque peu différentes.

EMPIRE ALLEMAND

Pour ce dosage, 50 cent. cubes de vin sont mesurés à 15 degrés centigr., et ce volume de vin est évaporé dans des capsules en platine (diamètre 85 millim., hauteur 20 millim., capacité 75 cent. cubes, poids environ 20 grammes), au bain-marie, et le résidu est chauffé, à l'étuve à eau, durant 2 heures et demie.

Quand il s'agit de vins très sucrés (c'est-à-dire de vins contenant plus de $0^{gr},5$ de sucre dans 100 cent. cubes), on en prend une quantité plus petite, qu'on étend convenablement d'eau, de manière que la pesée porte sur 1 gramme, ou tout au plus sur $1^{gr},5$ d'extrait.

Note. — L'usage de ces petites capsules présente l'inconvénient qu'on ne peut pas s'en servir aussi pour les dosages successifs des éléments des cendres, qui nécessitent l'évaporation de 100 cent. cubes de vin, au moins.

ITALIE

Évaporation dans une capsule en platine, au bain-marie, puis dessiccation pendant deux heures et demie, à l'étuve à eau. La quantité de vin employée pour cette détermination doit être de 20 cent. cubes pour les vins secs, et plus faible pour les vins de liqueur. L'extrait doit être exprimé en grammes par litre.

Note. — Puisque la dessiccation de l'extrait de 20 cent. cubes de vin pendant 2 heures et demie donne un résultat différent moins exact que celui obtenu par la dessiccation de l'extrait de 50 cent. cubes de vin, pendant le même temps, il est désirable que la quantité de 50 cent. cubes de vin soit généralement adoptée. Pour les vins de liqueur, des règles plus précises devraient être établies.

SUISSE

Extrait sec : 50 à 100 cent. cubes de vin sont évaporés à la moitié du volume primitif, qui est complété ensuite par addition d'eau, et le poids spécifique est déterminé au moyen du flacon.

L'extrait sec se calcule au moyen d'un tableau, obtenu en calculant la moyenne arithmétique des tableaux de Hager et de Schultze.

Pour le contrôle, on peut se servir de l'analyse par pesage, en évaporant 50 cent. cubes de vin dans une capsule plate en platine, et en chauffant le résidu, pendant 2 heures et demie, à l'étuve à eau.

Note. — Tandis que la seconde proposition s'accorde avec les méthodes allemande et autrichienne, le procédé conseillé en premier lieu est un procédé aréométrique dont les résultats différeront, dans la plupart des cas, de ceux obtenus par le dosage direct de l'extrait sec. Le seul établissement d'une table nouvelle, qui se compose des moyennes arithmétiques de deux autres tables, dont les chiffres ont été obtenus par le séchage de l'extrait de malt pour l'une, et de bière pour l'autre, fait prévoir les différences des résultats.

Si une détermination aréométrique de l'extrait devait être entièrement adoptée, l'usage du tableau saccharimétrique serait de beaucoup préférable, pour cette raison surtout que les solutions de saccharose ont été examinées plus souvent et plus exactement, par rapport à leur densité, que celles de tout autre corps, et qu'on peut donc préparer, à tout moment, pour le contrôle des instruments, des solutions de densités données, avec des quantités pesées de saccharose.

FRANCE

20 cent. cubes de vin sont évaporés dans une capsule en platine, à fond plat, et d'un diamètre tel que la hauteur du liquide ne dépasse pas 1 centim., l'opération se faisant au bain-marie (eau bouillante).

La capsule s'insère dans la vapeur de façon à ce qu'elle ne dépasse que de 1 centim. la plaque de support.

Il faut placer les capsules sur un bain-marie, chauffé, avant l'ébullition. La dessiccation est poursuivie pendant 6 heures.

Note. — Relativement à la quantité destinée à la dessiccation (20 centim.), ce qui a été dit sur la méthode italienne s'applique ici également.

La prescription que les capsules doivent être à fond plat est utile, parce qu'il est certain que la forme de la capsule peut être la cause de différences dans le dosage.

Par contre, l'introduction de la capsule dans de la vapeur est moins recommandable que le séchage à l'étuve à eau. Le séchage dure trop longtemps, et, surtout pour les vins pauvres en extrait, on doit obtenir des résultats beaucoup trop faibles.

HONGRIE

Le dosage de l'extrait est basé sur la richesse alcoolique et la densité, qui se prend dans un matras de 100 grammes, et jusqu'à 4 décimales.

Note. — Cette détermination n'est qu'indirecte, et elle se base sur la méthode de M. Houdart. Cette dernière ne peut être considérée que comme un dosage approximatif de l'extrait, dont le seul avantage est d'être d'une exécution rapide, pourvu qu'on se serve d'un aréomètre. Mais si la densité du vin doit être déterminée — comme il vient d'être dit ci-dessus — par la méthode du flacon, le seul avantage du procédé, à savoir son exécution rapide, est perdu.

D'ailleurs, les chiffres obtenus pour l'extrait obtenu suivant la méthode de M. Houdart ne concordent pas avec les résultats auxquels on arrive d'une autre manière.

Dans cette station expérimentale, on a trouvé des différences s'élevant jusqu'à $0^{gr},31$ par 100 cent. cubes entre l'extrait sec et l'extrait d'après M. Houdart : l'extrait d'après M. Houdart était presque toujours plus faible. Les différences sont plus notables encore entre l'extrait d'après Balling et l'extrait d'après M. Houdart ; elles dépassent avec l'emploi d'instruments étalons 1 gramme d'extrait par 100 cent. cubes.

(Voir les preuves à la page 72 et dans le tableau XLV du 5e fascicule des Communications de la Station Imp.-Roy. expérimentale chimico-physiologique).

Les dosages comparatifs de l'extrait, faits en France, ont également prouvé que les extraits d'après M. Houdart sont parfois concordants avec ceux trouvés d'après d'autres méthodes, mais que, généralement, ils sont *plus faibles*. MM. Gayon, Blarez et Dubourg apportent des preuves nombreuses de ce fait dans les résultats de l'examen de 378 vins de la Gironde (Ministère de l'agriculture, *Bulletin,* septième année, n° 4. Direction de l'agriculture, juillet 1888. Paris, Imprimerie nationale. Analyses de vins rouges de la Gironde, récolte de 1887). Des différences de $0^{gr},3$ à $0^{gr},4$ par 100 cent. cubes entre l'extrait sec (à 100 degrés centigr.) et l'extrait d'après le procédé de M. Houdart se présentent très souvent, et il y en a même qui dépassent $0^{gr},5$.

(Dans ce cas la dessiccation fut opérée en chauffant 20 cent. cubes de vin pendant 8 heures au bain-marie). Les résultats obtenus par la dessiccation de 10 cent. cubes dans le vide différaient *encore beaucoup plus* des chiffres obtenus d'après le *procédé Houdart*.

Le manque de sûreté de la méthode Houdart — dont, en France aussi, on ne se sert plus généralement que dans le commerce — s'explique en partie par l'influence exercée sur le résultat des erreurs d'observation dans la prise de la densité, qui est une opération très délicate.

M. Houdart, lui-même, propose (Instructions pratiques pour la méthode facile et instantanée du dosage de l'extrait sec des vins par l'œnobaromètre, E. Houdart, Paris 1886), pour la transformation de l'extrait trouvé d'après sa méthode en l'extrait dans le vide, de multiplier le résultat par un nombre constant.

(La description détaillée de la méthode Houdart, accompagnée d'une gravure représentant l'œnobaromètre, se trouve dans la *Weinlaube* n° 34, 1886, pages 398 à 399).

LE DOSAGE DE L'ACIDITÉ TOTALE OU DES ACIDES LIBRES

AUTRICHE

« Acides libres » : Ainsi que cela est expliqué sous la rubrique « Empire allemand », cependant, on recommande, au lieu de la solution normale et convenablement diluée d'alcali, une solution de

soude ou de potasse, dont chaque centimètre cube peut neutraliser exactement $0^{gr},01$ d'acide tartrique.

EMPIRE ALLEMAND

« Acides libres » (quantité totale des éléments à réaction acide contenus dans le vin). On les dose au moyen d'une solution titrée et convenablement diluée d'alcali (au moins une solution normale à 1/3) dans 10 à 20 cent. cubes de vin.

Avec l'emploi d'une solution normale d'alcali à 1/10, il faut employer au moins 10 cent. cubes ; avec une solution normale à 1/13, 20 cent. cubes de vin. Pour la détermination du point de neutralisation, il faut se servir de la méthode des mouchetures en employant du papier réactif sensible.

Des quantités plus notables d'acide carbonique sont chassées d'abord par l'agitation.

Les « acides libres » doivent être calculés et indiqués comme acide tartrique ($C^4 H^6 O^6$).

ITALIE

Acidité totale. — L'examen acidimétrique se fait avec une solution titrée de soude à 1/10 et sur 10 cent. cubes de vin, en employant du papier bleu de tournesol, sensible.

L'acidité est calculée en acide tartrique et en grammes par litre.

Note. — Au lieu de 10 cent. cubes, il faudrait employer des quantités un peu plus grandes ; 20 à 25 cent. cubes au moins.

SUISSE

Acidité : se dose avec une solution normale d'alcali à 1/10 et se calcule en acide tartrique. La teinture de tournesol sert d'indicateur.

La quantité totale des éléments à réaction acide s'appelle l'*acidité* et doit être indiquée en grammes par litre.

Note. — La teinture seule ne suffit pas pour la détermination exacte ; il faut se servir des mouchetures sur du papier de tournesol de coloration neutre et la plus pâle possible.

FRANCE

Acidité. — On fait usage d'une solution titrée d'alcali, convenablement diluée.

Avant le dosage, le liquide est chauffé à l'ébullition pour chasser l'acide carbonique.

On arrête l'addition de la solution d'alcali quand le dépôt formé dans le vin reste permanent. L'acidité s'exprime en *acide sulfurique.*

Note. — M. Tony-Garcin, en discutant, dans le *Moniteur vinicole,* n° 85, du 26 octobre 1888, ces méthodes, dit qu'il pouvait bien être question, avec plus ou moins de précision, de l'apparition d'un dépôt, quand on faisait usage d'eau de chaux (proposée par M. Pasteur), mais que, quand on employait des solutions d'alcali, le changement de couleur était beaucoup plus net.

Il n'y a pas de doute possible sur l'insuffisance de ce dosage de l'acidité.

L'expression de l'acidité en *acide sulfurique* ne mérite pas d'être généralement adoptée. Sauf en France, l'acide libre du vin se calcule partout en *acide tartrique.*

Un avantage remarquable de l'évaluation de l'acidité en acide tartrique consiste en ce qu'on peut, par le pesage d'acide tartrique, donner à la solution d'alcali une certaine teneur, sans être obligé d'employer une autre substance pour le titrage.

Les indications de source française, datant d'époques plus ou moins reculées, sont calculées en SO^3, les indications plus récentes en SO^4H^2.

Il est à présumer que c'est la dernière formule qui est admise.

HONGRIE

Il n'y a pas de prescription détaillée sur le dosage de l'acidité.

LE DOSAGE DE LA GLYCÉRINE

AUTRICHE

100 cent. cubes de vin sont évaporés, presque à siccité, dans une capsule de porcelaine, après addition préalable d'une quantité suffisante de chaux éteinte en poudre fine, et la glycérine est reprise en

faisant bouillir dans de l'alcool à 90 à 96 p. 100 de volume. La solution alcoolique ainsi obtenue est distillée au bain-marie et le résidu de la distillation est dissous dans 10 à 20 cent. cubes d'alcool absolu, et additionné de 15 à 30 cent. cubes (une fois et demie la quantité d'alcool) d'éther. La solution alcoolo-éthérique de la glycérine est dépouillée de l'alcool éthéré par la distillation, et le résidu est desséché, jusqu'à ce qu'une dessiccation nouvelle d'une demi-heure ne produise pas un amoindrissement du poids supérieur à quelques milligrammes.

Lorsqu'il s'agit de vins de liqueur, on évapore d'abord 50 ou 100 cent. cubes jusqu'à consistance sirupeuse, on fait dissoudre dans 100 cent. cubes d'alcool à 96 p. 100, on additionne la solution de son volume et demi (de 150 cent. cubes) d'éther, on laisse déposer au froid, et l'on décante la solution alcoolo-éthérique. Après avoir répété plusieurs fois l'extraction de la glycérine au moyen de petites quantités d'alcool, auquel on ajoute ensuite son volume et demi d'éther, les extraits alcoolo-éthériques réunis sont dépouillés de l'alcool éthéré par la distillation au bain-marie, et le résidu est traité par la chaux, l'alcool et l'alcool éthéré, comme pour un dosage ordinaire de glycérine.

Dans le cas de vins de liqueur, la glycérine obtenue est toujours examinée au point de vue de sa teneur en sucre, pour que celui-ci (calculé en dextrose) puisse, *si l'on en trouve,* être soustrait.

Note. — Pour recueillir les extraits alcooliques et alcoolo-éthériques et pour la dessiccation de la glycérine à l'étuve à eau, on se sert avec avantage d'un flacon d'une capacité d'environ 250 cent. cubes, et avec un col long de 5 à 6 centim. et large de 1 centim. 8 à 2 centim. (diamètre).

La description détaillée du procédé à suivre est contenue dans les comptes rendus du Congrès, cités plus haut et dans le fascicule V des Communications de la Station Imp. Roy. expérimentale chimico-physiologique ; cependant, une faute d'impression s'est glissée dans ces deux publications : Ce n'est pas après une dessiccation de 2 heures et demie que, avec l'emploi des flacons mentionnés, le poids de la glycérine reste à peu près constant, mais bien après une dessiccation de 3 heures et demie.

EMPIRE ALLEMAND

100 cent. cubes de vin (voir plus bas les règles pour les vins de liqueur) sont réduits à environ 10 cent. cubes par l'évaporation au bain-marie, dans une capsule de porcelaine à fond rond, et ensuite on ajoute un peu de sable quartzeux et une quantité suffisante de lait de chaux pour arriver à une réaction fortement alcaline, après quoi on évapore presque jusqu'à siccité. On triture le résidu avec 50 cent. cubes d'alcool à 96 p. 100 de volume, puis on porte à l'ébullition au bain-marie et en agitant; la solution est ensuite filtrée et la matière insoluble est épuisée à chaud avec de petites quantités d'alcool à 96 p. 100 de volume, opération pour laquelle 50 à 150 cent. cubes suffisent ordinairement, de sorte que la quantité totale du liquide filtrée est de 100 à 200 cent. cubes. L'extrait alcoolique est évaporé au bain-marie jusqu'à consistance semi-fluide (la séparation de la majeure partie de l'alcool par voie de distillation *n'est pas exclue*), le résidu est repris par 10 cent. cubes d'alcool absolu, mélangé avec 15 cent. cubes d'éther dans un vase fermé hermétiquement, où on laisse reposer jusqu'à clarification. Le liquide clair est décanté, et filtré au besoin, puis évaporé soigneusement dans un flacon léger de pesage, muni d'un bouchon de verre, jusqu'à ce que le résidu prenne la consistance semi-fluide, on le dessèche alors à nouveau à l'étuve à eau et après le refroidissement on procède au pesage.

Dans le cas de vins de liqueur (plus de 5 grammes de sucre dans 100 cent. cubes de vin), on ajoute à 50 cent. cubes de vin, introduits dans un large matras, un peu de sable et une quantité suffisante de chaux éteinte en poudre, et l'on chauffe au bain-marie en agitant. Après le refroidissement, on ajoute 100 cent. cubes d'alcool à 96 p. 100 de volume, on laisse déposer le précipité qui se forme, on le sépare du liquide par la filtration et on l'épuise par de l'alcool de même degré. L'alcool du liquide filtré est évaporé et le résidu traité suivant le procédé indiqué ci-dessus.

Note. — Il se produirait de grandes différences, si la dessiccation de la glycérine n'était réglée que par une durée donnée de l'opéra-

tion, sans prescrire en même temps une certaine forme des flacons de pesage.

Dans le dosage de la glycérine dans les vins de liqueur au moyen du procédé proposé, des inconvénients peuvent se produire par suite de ce que, pour des raisons techniques, on ne peut pas dans certains cas, ajouter assez de chaux pour transformer tout le sucre en saccharate de chaux, ce qui fait que du sucre se dissout dans l'alcool.

ITALIE

Traitement avec la chaux et évaporation à température basse, épuisement avec l'alcool à 96 p. 100 et filtration. Évaporation de l'alcool du produit filtré; reprise du résidu avec un mélange d'alcool et d'éther et évaporation lente, ensuite pesage avec observation de toutes les précautions nécessaires.

L'opération doit porter sur 100 cent. cubes.

Note. — Pour les vins de liqueur, cette méthode est insuffisante. Au lieu d'employer un mélange d'aloool et d'éther, il faudrait opérer d'abord la dissolution avec de l'alcool, et n'ajouter l'éther qu'à la solution obtenue, parce que, autrement, la dissolution de la glycérine pourrait être incomplète.

SUISSE

La glycérine n'est pas dosée, faute de méthodes sûres.

FRANCE

Dans l'instruction citée, il n'y a pas de règle précise à cet égard.

Ici, il faut remarquer que les publications françaises décrivent, il est vrai, plusieurs méthodes de dosage de la glycérine, mais les procédés sont si variés, et les indications sont si peu détaillées, que les chiffres ainsi trouvés pour la teneur en glycérine ne peuvent guère servir pour juger d'après eux de la pureté d'un vin.

Les analyses exécutées par MM. U. Gayon, Ch. Blarez et E. Dubourg (Analyse chimique des vins rouges du département de la Gironde, récolte de 1887, pages 354 à 384 du *Bulletin du ministère*

de l'agriculture, 7e année, n° 4, Paris, Imprimerie nationale, juillet 1888) de 378 vins porte sur 10 éléments divers, — mais la glycérine n'y figure pas.

Pour faire comprendre ce qui vient d'être dit, nous citons comme exemple que le *Traité général des vins et de leurs falsifications,* par M. *Émile Viard* (Paris, F. Savy), décrit les méthodes suivantes pour le dosage de la glycérine.

Méthode *Chancel :* On évapore 100 cent. cubes de vin, additionnés de chaux, on épuise le résidu à plusieurs reprises (10 fois) avec 5 cent. cubes d'un mélange d'alcool et d'éther. Le résidu de l'extrait alcoolo-éthérique est desséché à 100 degrés centigr., et son poids, multiplié par 107 donne le poids de la glycérine.

Méthode *Maccagno :* 250 cent. cubes de vin sont traités par l'oxyde de plomb hydraté et évaporés. Le résidu est épuisé avec de l'alcool, et l'extrait ainsi obtenu est traité suivant les prescriptions. Il n'est n'est guère probable que cette méthode soit encore employée aujourd'hui [1].

Méthode *Pasteur :* 250 cent. cubes de vin décoloré par du noir animal sont évaporés avec addition de chaux. Le résidu sec est traité par un mélange d'une partie d'alcool à 92 degrés et une partie 1/2 d'éther à 62 degrés. Le résidu sec obtenu par évaporation de cette solution alcoolo-éthérique donne la glycérine.

Méthode *Viard :* 500 cent. cubes de vin sont additionnés d'eau de chaux, le précipité est lavé à l'eau de chaux et la totalité du liquide filtré est évaporée lentement, finalement dans le vide et à froid. Le résidu est traité par un mélange de 100 cent. cubes d'alcool à 92 degrés et 150 cent. cubes d'éther à 62 degrés, et cela en épuisant à plusieurs reprises avec 10 cent. cubes du mélange, et finalement avec 20 cent. cubes. Par l'évaporation de la solution alcoolo-éthérique on obtient la glycérine.

Méthode *Raynaud :* Le vin est concentré jusqu'à 1/5 de son volume ; de l'acide hydrofluosilicique et de l'alcool en faible excès déterminent la précipitation des alcalis sous forme de fluosilicates.

---

1. Une description détaillée de ce procédé se trouve dans le *Handbuch der Kellerwirthschaft* (*Manuel de la vinification*) de MM. Babo et Mach, II, p. 619.

Le liquide filtré, additionné d'eau de baryte et de sable, est évaporé, le résidu est épuisé par un mélange d'alcool et d'éther, par évaporation on a la glycérine. Un autre procédé consiste à dessécher le vin neutralisé à la température ordinaire et à 180 degrés centigr. et à calculer la différence entre les résidus, ce qui donne la glycérine. M. Viard lui-même dit, dans son livre, que ces deux dernières méthodes n'ont pas encore été sanctionnées par la pratique ; la dernière surtout lui semble être trop inexacte.

Les dosages de glycérine exécutés lors de l'examen des vins de l'Exposition universelle à Paris, en 1878 (Rapport sur l'analyse des vins présentés à l'Exposition universelle de 1878, par M. Joseph Boussingault, publié par le *Bulletin du Ministère de l'agriculture,* 2e année, n° 4, Paris, 1883), ont été faits essentiellement suivant la méthode Pasteur, seulement, on a desséché la glycérine à une température n'excédant pas 30 degrés centigr.

A cela il faut encore ajouter que la modification de la méthode Pasteur, indiquée par M. Joseph Boussingault (Rapport sur l'analyse des vins présentés à l'Exposition universelle de 1878), *ne donne pas, pour les vins de liqueur, la vraie richesse en glycérine,* mais une quantité de glycérine qui représente la glycérine existant en réalité, et une nouvelle quantité de glycérine, due à la fermentation, artificiellement déterminée, du sucre renfermé dans les vins de liqueur.

Dans tous les cas, on ne saurait comparer les chiffres obtenus pour la glycérine d'après les méthodes allemande, autrichienne et italienne, avec ceux que donnent les méthodes françaises.

HONGRIE

Il n'y a pas de prescription précise sur le dosage de la glycérine.

LE DOSAGE DES ÉLÉMENTS MINÉRAUX (CENDRES)

AUTRICHE

Le dosage des cendres se fait par l'incinération soigneuse de l'extrait sec provenant de 50 cent. cubes de vin. Ce sont toujours les *cendres brutes* qu'on indique.

Note. — Dans les règles qu'on est convenu d'adopter en Autriche, on a omis d'ajouter — ce qui d'ailleurs s'entend de soi-même — que, pour le dosage des éléments minéraux de vins *de liqueur* aussi, il faut incinérer 50 cent. cubes de *vin,* et que, par conséquent, il ne suffit pas d'incinérer l'extrait qu'on a obtenu dans le dosage de l'extrait sec d'un vin de liqueur.

EMPIRE ALLEMAND

Pour le dosage des éléments minéraux, on opère sur 50 cent. cubes de vin ; si la combustion est incomplète, on épuise le charbon avec un peu d'eau, et on le brûle séparément. La solution est évaporée dans la même capsule et la totalité des cendres est faiblement calcinée.

ITALIE

On pèse le résidu de l'incinération de l'extrait sec, après avoir opéré l'incinération très soigneusement dans un moufle. Les éléments minéraux sont indiqués en grammes par litre.

Note. — Pour plus d'exactitude, il serait préférable d'opérer, ici, comme pour le dosage de l'extrait sec, sur 50 cent. cubes de vin au lieu de 20.

SUISSE

Il n'existe pas de prescription sur le dosage des cendres.

FRANCE

L'extrait sec (de 20 cent. cubes de vin) est incinéré à basse température, sans fusion des cendres et sans volatilisation des chlorures.

Note. — Ce qui vient d'être dit relativement à la méthode italienne, s'applique ici.

HONGRIE

Il n'existe pas de prescription sur le dosage des cendres.

LE DOSAGE DU SUCRE

AUTRICHE

Le dosage du sucre se fait d'après la méthode Fehling, modifiée par M. *Soxhlet,* et le sucre est calculé en dextrose *anhydre.*

Note. — Relativement à la vulgarisation, la recherche du sucre brut, de la glucose impure d'amidon, aux méthodes d'inversion, etc., les règles adoptées contiennent des détails qu'on peut voir dans la publication citée ci-dessus.

EMPIRE ALLEMAND

Le sucre se dose en observant les modifications indiquées par M. *Soxhlet* et M. *Allihn,* et se désigne comme glucose.

Note. — Quant à la polarisation, la recherche du sucre brut, de la glucose impure d'amidon, aux méthodes d'inversion, etc., voir la publication citée ci-dessus.

ITALIE

Dosage du sucre réducteur par la méthode chimique : celle de M. Allihn est recommandée. Recherche du sucre brut au moyen de l'inversion.

Note. — De plus, les règles portent sur l'examen polarimétrique des vins de liqueur, l'examen polarimétrique après l'élimination du sucre par la fermentation. Si la déviation observée à droite atteint ou dépasse 0.3 degré Wildt (pour la concentration normale du liquide et avec l'emploi du tube de 200 millim.), le vin est suspect d'addition de glucose d'amidon.

SUISSE

Le sucre se dose d'après la méthode Fehling-Soxhlet.

La polarisation est sans valeur, car, en Suisse, on n'emploie guère le glucose d'amidon.

FRANCE

Le vin, préalablement décoloré par l'addition de sous-acétate de plomb, est examiné par la méthode connue de la liqueur cupro-potassique. L'examen polarimétrique est pratiqué s'il y a lieu.

Note. — Le terme « méthode connue » nécessiterait une explication plus précise, au moins une indication sur la façon dont le sucre réducteur doit être calculé : en dextrose, en sucre interverti ou en lévulose.

HONGRIE

Il n'y a pas d'indication sur cette matière.

LE DOSAGE DE L'ACIDE SULFURIQUE

AUTRICHE

Si l'examen fait reconnaître une teneur relativement considérable en acide sulfurique, on conseille d'indiquer, dans l'avis donné sur le vin examiné, la quantité de sulfate neutre de potasse (en grammes par litre de vin) correspondant à la quantité trouvée d'acide sulfurique, et si cette quantité est moindre ou plus grande que le maximum de 2 grammes par litre, déclaré admissible par beaucoup d'autorités médicales.

Note. — Il est dit, dans les règles adoptées, que l'acide sulfurique peut aussi être dosé directement dans le vin (au lieu d'opérer sur les cendres). Il serait préférable de fixer que l'acide sulfurique doit toujours être dosé directement, par précipitation, au moyen de chlorure de baryum, dans le vin additionné d'acide chlorhydrique.

EMPIRE ALLEMAND

L'acide sulfurique doit être dosé directement dans le vin, au moyen du chlorure de baryum.

Note. — Les vins contenant, par 100 cent. cubes, plus de $0^{gr},092$ d'acide sulfurique (SO^3), correspondant à $0^{gr},2$ de sulfate de potasse

(K^2SO^4), doivent être désignés comme ayant une teneur trop considérable en acide sulfurique, soit par suite du plâtrage, soit pour d'autres causes.

ITALIE

Le plâtrage. On se sert d'une solution titrée de chlorure de baryum, dont chaque volume correspond à la limite jugée admissible de 2 *grammes de sulfate neutre de potasse par litre*[1]. (Acide sulfurique libre.) Pour les examens ordinaires, on se servira de la méthode des bandelettes de papier. Pour les examens exacts et dans les cas de contestation, on devra faire des analyses quantitatives. Il faudra étudier surtout la proportion existant entre les bases et les acides. Pour les détails, on renvoie aux publications spéciales.

SUISSE

Les vins contenant plus d'acide sulfurique que la quantité correspondant à 1 gramme de sulfate de potasse par litre doivent être qualifiés de *plâtrés,* et l'on exclut de la consommation, comme *trop plâtrés,* les vins dans lesquels la teneur en acide sulfurique correspond à plus de 2 grammes du sulfate indiqué.

Note. — Il est inadmissible de qualifier de « plâtré » un vin contenant plus de 1 gramme de sulfate de potasse par litre, parce qu'une quantité d'acide sulfurique, correspondant à 1 à 2 grammes de sulfate de potasse, peut aussi être produite par le *soufrage* abondant du vin ou du tonneau.

FRANCE

On fait un examen préalable, en ajoutant une solution titrée et acidulée de chlorure de baryum. Dans le cas où le vin à examiner contient moins de 1 gramme de sulfate de potasse par litre, la recherche se borne à cet examen préalable. Si le vin en contient plus, la quantité de sulfate de potasse est déterminée par la méthode connue.

---

1. Cette limite est aussi fixée par le Ministère autrichien, dans son décret du 24 juin 1887.

Note. — Suivant le décret du Ministère, en date du 27 juin 1880, 2 grammes de sulfate de potasse par litre sont le maximum admissible.

LA RECHERCHE DE LA MATIÈRE COLORANTE

AUTRICHE

Les vins colorés avec des dérivés de la houille, quelle qu'en soit la nature, doivent toujours être rejetés[1].

Note. — Dans les règles adoptées, plusieurs réactions sont indiquées dans la partie traitant de la recherche de la matière colorante, mais la place manque ici pour les reproduire.

Relativement à la recherche de matières colorantes du règne végétal, ajoutées au vin, il faut signaler le passage suivant :

« Toutefois, s'il y a mélange de la matière colorante du vin avec une matière colorante végétale, et que, de plus, la matière colorante du vin est déjà un peu altérée (humifiée, oxydée), de manière qu'elle ne donne plus avec toute la précision les réactions qui lui sont propres à l'état frais et sain, un jugement sûr est rendu très difficile, et dans certains cas, est absolument impossible. »

EMPIRE ALLEMAND

Dans les vins rouges, il faut toujours rechercher les matières colorantes dérivées de la houille. Quant aux conclusions relatives à la présence d'autres matières colorantes, de la couleur des précipités ou d'autres réactions déterminant des changements de couleur, on ne peut les recommander comme sûres que dans des cas exceptionnels.

Pour retrouver les dérivés de la houille, on agite 100 cent. cubes de vin avec de l'éther, avant et après leur sursaturation avec l'ammoniaque.

---

1. En vertu du décret du Ministère, en date du 1er mars 1886, *Bulletin des lois de l'empire,* 1886, n° XII.

SUISSE

On se propose d'étudier les réactions avant de prendre des résolutions.

ITALIE

La recherche des matières colorantes étrangères se fait sur la base des cinq réactions, indiquées par M. C. Girard, dans le 2e Rapport du Laboratoire municipal de chimie à Paris, pages 158 à 161.

S'il s'agit dans ces recherches des matières colorantes dérivées de la houille, il suffira de constater la présence des matières colorantes acides et basiques. Pour les matières colorantes animales et végétales, il suffira d'indiquer leur présence en général sans les spécifier.

Comme contrôle, dans la recherche des matières colorantes étrangères, on recommande les méthodes Cazeneuve, et pour la fuchsine la méthode F. König. On ne devra pas négliger de comprendre dans la recherche la coction directe de la laine dans le vin acidulé d'acide tartrique.

FRANCE

Il n'y a pas de règles détaillées.

HONGRIE

L'examen à faire à la douane doit être restreint à la recherche des matières colorantes, dérivées de la houille. La recherche des matières colorantes étrangères du règne végétal ne peut être admise.

Note sur la recherche de la matière colorante en général. — Il semble donc que, en matière de recherche de la matière colorante, il faudra préférer la rédaction du passage qui y est relatif, et qui exprime que cette recherche doit se borner *en général à la recherche des matières colorantes dérivées de la houille.*

Estimation des vins d'après les résultats de l'examen.

AUTRICHE

Dans la réunion d'œno-chimistes autrichiens, on a évité de fixer des chiffres maximum et minimum pour la richesse des vins naturels en leurs éléments séparés, mais on a recommandé d'indiquer dans les avis, afin de les motiver, quelles sont les valeurs extrêmes, constatées jusqu'à présent, dans les vins de la même provenance, de la même année, etc.

Note. — Pour l'Autriche, la loi du 21 juin 1880 sur la fabrication et le commerce des boissons vineuses, et les décrets des Ministères de l'intérieur, des finances, du commerce et de l'agriculture, en date du 16 septembre 1880 qui les concernent (publiés, dans les *Bulletins des lois de l'Empire,* année 1880, n° XLI, du 30 septembre 1880) donnent des définitions des termes « vin », « demi-vin » et « vin artificiel ».

Les prescriptions principales de la loi autrichienne du 21 juin 1880, sur la fabrication et le commerce des boissons vineuses, sont les suivantes :

§ 1. La fabrication des boissons ressemblant à du vin (appelées ordinairement des vins artificiels), de même que la fabrication de boissons de jus de raisin et d'autres matières qui y sont ajoutées ou mélangées, non pas dans le seul but de l'amélioration ou de la conservation du vin, mais plutôt dans le but d'augmenter la quantité du produit vineux, ne doit être exécutée — si le produit est destiné au commerce ou à la vente en détail — que comme une profession soumise aux impôts sur les industries et sur le revenu, et les prescriptions de la loi industrielle doivent s'y appliquer.

Cette prescription ne s'applique pas à la production du vin de marc et de la piquette dans les exploitations vinicoles, limitées aux vendanges des vignobles qui en dépendent.

§ 4. Les boissons fabriquées suivant les modes indiqués dans le § 1 ne doivent pas être annoncées, offertes, vendues ou débitées sous des dénominations usitées pour des vins.

La signification du terme « vin naturel » (vin), en opposition aux termes demi-vin et vin artificiel, ressort encore mieux de l'arrêté ministériel du 16 septembre 1880, faisant partie de la loi en question.

Les paragraphes importants sont rédigés comme suit :

« § 1. Suivant la loi du 21 juin 1880 (*Bulletins des lois de l'Empire,* n° 120), il faut distinguer — en opposition avec le vin naturel, c'est-à-dire le vin obtenu par la fermentation alcoolique du jus des raisins et soumis éventuellement à des traitements en vue de son amélioration ou de sa conservation — les produits suivants :

« 1° Les produits ressemblant à du vin (vins artificiels) et obtenus, sans le concours de jus de raisin, par le mélange de diverses matières (eau, esprit-de-vin, glycérine, sucre, tartre, éther œnanthique, etc.), dont la composition se rapproche beaucoup de celle du vin.

« 2° Les produits contenant du vin (demi-vin) obtenus soit par l'augmentation artificielle du moût ou d'un vin naturel par l'addition d'eau et d'autres matières, destinées à rétablir, dans le liquide ainsi obtenu, le goût vineux (sucre, glycérine, esprit-de-vin, etc.), soit, d'une manière analogue, du marc des raisins ayant déjà servi à l'extraction du moût, ou bien de lie.

« Il faut compter dans la 2e catégorie surtout les produits obtenus par les procédés dits de chaptalisation (atténuation du moût par l'eau et addition d'alcool ou de sucre) et le petiotisage (procédé de verser sur le marc, après le soutirage du moût, de l'eau sucrée qu'on laisse fermenter, ou bien lixiviation du marc avec l'alcool dilué).

« § 6. Il est défendu, en vertu du § 4 de la loi, d'annoncer, d'offrir, de vendre ou de débiter les vins artificiels et les demi-vins sous les dénominations usitées pour les vins.

« On devra regarder comme des désignations usitées pour les vins naturels, surtout les désignations très générales (telles, par exemple, que « vin de table », ou la seule indication de l'année), ou l'indication d'une manière plus ou moins nette de tel pays ou telle côte comme lieu de provenance de la boisson (par exemple, « vin de montagne », ou des noms de province ou de village), ou bien l'indication d'une qualité spéciale (telle que « clairet », « vin rouge »,

« vin de dessert », etc.) sans aucune addition convenable indiquant que la boisson est un vin artificiel ou un demi-vin. »

Eu égard à l'exportation, il sera utile de fixer certains chiffres-limites, et il faudrait une convention internationale pour que les vins de notre propre pays ne soient pas traités moins favorablement que ceux de l'étranger. Si les limites fixées sont franchies, il faudrait encore fournir d'autres preuves de la démonstration de la pureté du vin[1].

EMPIRE ALLEMAND

Pour l'Empire allemand, les règles sont données par les « matières », accompagnant la loi du 14 mai 1879 (*Bulletins des lois de l'Empire,* page 145) sur le commerce des vivres, des boissons et des articles de consommation courante ; ces « matières » ayant servi à motiver le projet de loi au point de vue technique, l'Office impérial d'hygiène de l'Empire allemand les ayant réunies à cet effet. (Publiées avec des explications par le Dr Fr. Meyer et le Dr C. Finkelnburg, Berlin, Jul. Springer, 1880.)

Ici, il faut nous borner à en citer la prescription suivante :

« 1° La dénomination vin, sans indication additionnelle, ne peut désigner qu'une boisson faite de jus de raisin, sans aucune addition, par la fermentation alcoolique. »

Pour les autres prescriptions, il faut renvoyer à l'original.

Actuellement, le Parlement allemand discute un projet de « loi sur le commerce des vins », qui contient, sous beaucoup de rapports, des prescriptions remplissant directement le but.

Les résolutions citées plus haut de la Commission convoquée par l'Office d'hygiène contiennent les règles suivantes, relativement aux *points d'après lesquels on peut juger de la pureté des vins.*

1° La quantité d'extrait sec.

Les vins faits exclusivement de jus pur de raisin ne contiennent que rarement des quantités d'extrait au-dessous de 1gr,5 par 100

1. Une discussion plus détaillée de ce sujet se trouve dans les notes à la rubrique « Empire allemand ».

cent. cubes. Il faut donc suspecter de falsification les vins plus pauvres en extrait, si l'existence de vins naturels de la même région et de la même année contenant des quantités si faibles d'extrait n'est pas prouvée.

Note. — Pour les vins autrichiens, le minimum d'extrait devrait être fixé à $1^{gr},4$ par 100 cent. cubes.

2° La proportion entre l'acidité et l'extrait.

Déduction faite des « acides non volatils », le reste de l'extrait se monte, dans les vins naturels, suivant les expériences faites jusqu'à ce jour, à $1^{gr},1$, au moins, par 100 cent. cubes, et, déduction faite des « acides libres » à $1^{gr},0$ au moins. Aussi, les vins, présentant des restes d'extrait plus faibles, sont-ils suspects de falsification, à moins qu'on n'ait la preuve que des vins naturels de la même région et de la même année contiennent des restes d'extrait aussi faibles.

Note. — Pour définir la notion « acides volatils », il faut observer que, suivant les résolutions prises à Berlin, les acides volatils se dosent par la distillation dans un courant de vapeur d'eau, et non indirectement, et qu'ils se calculent en acide acétique ($C^2 H^4 O^2$). On trouve la quantité « d'acides non volatils » en déduisant du chiffre établi pour les « acides libres », calculés en acide tartrique, la quantité d'acide tartrique équivalant à la quantité d'acide acétique.

Les acides volatils se dosent absolument de la même manière suivant la convention des œno-chimistes autrichiens, tandis que la prescription italienne, qui amène certainement à des résultats sans valeur, est la suivante :

« On évapore 10 cent. cubes de vin au bain-marie, le résidu est repris par l'eau, et l'acide non volatil se dose, comme l'acidité totale, au moyen d'une solution normale de soude à 1/10. L'acide volatil est donné par la différence. L'acide volatil et l'acide non volatil s'indiquent en acide tartrique et en grammes par litre. »

L'assertion que, dans les vins naturels, la différence entre l'extrait et l'acide non volatil doit se monter à $1^{gr},1$, au moins, et à 1 gramme,

à peu près, entre l'extrait et l'acide libre (l'acidité totale) a été confirmée par les observations faites par nous jusqu'à ce jour. Certainement il faut qualifier de suspects les vins présentant des restes d'extrait sensiblement moindres. Il est vrai que, parmi les analyses de vins, publiées dans les « Communications de la Station impériale-royale expérimentale », il y a quelques cas peu nombreux, dans lesquels le reste d'extrait est plus faible que la quantité susindiquée, mais dans ces cas le dosage de l'extrait a été fait suivant une autre méthode, ou bien il était douteux que les vins considérés fussent des vins naturels.

3° Les matières minérales.

« Les vins dont l'extrait contient une quantité de matières minérales sensiblement au-dessus de 10 p. 100, doivent contenir plus d'extrait que le minimum admis ordinairement. Dans les vins naturels, la proportion est très souvent de 1 partie de matières minérales par 10 parties d'extrait. Cependant, un écart considérable de cette proportion n'autorise pas encore à la supposition que le vin soit falsifié. »

Note. — Cela aussi s'accorde, en général, avec nos observations; mais pour qu'un vin doive être suspecté de falsification, il faut la coexistence d'autres anomalies.

« Des vins contenant moins de $0^{gr},14$ de matières minérales par 100 cent. cubes, doivent être déclarés suspects à moins qu'on n'ait la preuve qu'il y a des vins naturels de la même région et de la même année, et ayant été soumis à un traitement analogue, qui contiennent des quantités aussi faibles d'éléments minéraux.

Note. — Il semble que le minimum admissible doive être fixé, pour les vins autrichiens, à $0^{gr},13$ de cendres par 100 cent. cubes.

4° L'acide tartrique libre.

« Suivant les observations faites jusqu'à ce jour, la quantité d'acide tartrique libre dans les vins naturels ne dépasse pas 1/6 de la totalité des acides non volatils. »

Note. — Voilà une supposition que nous ne croyons pas complè-

tement justifiable, parce que le dosage de l'acide tartrique suivant la méthode *Berthelot-Fleurieu*, dont on se sert le plus souvent, ne donne aucunement des valeurs indiscutables. Il faudrait encore examiner un assez grand nombre de vins aigres, de mauvaises années, ce qui amènera sans doute à un changement notable de la proportion susindiquée.

5° La glycérine.

La proportion entre l'alcool et la glycérine peut varier, dans les vins naturels, entre 7 et 14 parties de poids de glycérine par 100 parties de poids d'alcool. Les vins qui renferment l'alcool et la glycérine dans une autre proportion sont suspects d'addition d'alcool ou de glycérine.

Puisque le traitement des vins en cave occasionne parfois l'addition au vin de petites quantités d'alcool (1 p. 100 de volume, au plus), il faut prendre ce fait en considération dans l'estimation des vins. Quand il s'agit de vins de liqueur, ces proportions ne sont pas toujours décisives.

Note. — Ici encore, les observations faites dans l'examen de vins austro-hongrois s'accordent en général avec ces indications.

ITALIE

On regarde comme falsification toute addition de substances qui ne se trouvent pas naturellement dans les vins et n'y sont pas introduites par suite d'une bonne vinification. On considère également comme falsification l'addition des substances qui se trouvent naturellement dans le vin, si cette addition se fait dans une quantité telle que la proportion de ces substances dépasse les limites dans lesquelles on les trouve dans les vins naturels, ou bien, si, par suite de l'addition, les proportions entre les éléments constitutifs sortent des limites existant dans les vins naturels.

Transitoirement, on fait une exception pour le plâtrage, en tolérant la plus grande quantité de sulfates déclarée admissible par les autorités compétentes.

Note. — En Italie aussi, un projet de loi pour la protection des

vins naturels a été soumis aux Chambres en 1888 ; actuellement, cette loi est encore en discussion.

SUISSE

Le vin est la boisson obtenue par la fermentation alcoolique du jus de raisins frais, sans aucune addition. C'est à cette seule boisson que revient le nom vin naturel.

L'estimation d'un vin naturel ne peut se faire que sur les valeurs extrêmes, obtenues par des analyses authentiques, ayant porté sur la même classe de vins.

D'ailleurs — à part la prescription sur la teneur en acide sulfurique, — on évite de fixer des chiffres limites.

Note. — Il n'existe pas de loi *intercantonale* proprement dite sur le vin artificiel, mais les gouvernements de quelques cantons ont publié des ordonnances à cet égard.

FRANCE

Il n'existe pas, jusqu'à ce jour, une loi sur les vins artificiels proprement dite, mais actuellement, un projet de loi se discute dans le Parlement, loi qui, dans la rédaction adoptée par le Sénat, contient des prescriptions assez sévères. Puisqu'il est possible que la Chambre modifie ces prescriptions, on n'a pas jugé utile de les citer ici.

L'instruction citée au commencement ne contient que quelques explications relativement aux données d'après lesquelles on juge de la pureté d'un vin. Voici ces explications :

Calcul du vinage. (Proportion entre l'alcool et l'extrait.)

1° Dans les vins rouges.

L'expérience a démontré que, dans les vins naturels, il existe certaines proportions entre la richesse alcoolique et la richesse en extrait.

Le poids de l'alcool est 4.5 fois plus grand, *au maximum, que le poids de l'extrait, c'est-à-dire de « l'extrait réduit »*. Si cette proportion est dépassée de plus de 1/10, c'est-à-dire si elle est au-dessus de 4.6, on peut conclure au vinage. Pour établir cette proportion, on divise le poids de l'alcool (trouvé, en multipliant par 0.8 la teneur en alcool, dosé en pour-cent de volume) par le poids de *l'extrait réduit* (c'est-à-dire de l'extrait), dont le dosage a été exposé plus haut.

2° Dans les vins blancs.

Dans les vins blancs, le poids de l'alcool est 6.5 fois aussi grand, au maximum, que *le poids de l'extrait* (c'est-à-dire de l'extrait réduit).

Pour s'assurer préalablement des faits en présence desquels on se trouve, on peut se servir de la densité. L'expérience a démontré que, dans la grande majorité des cas, la densité s'approche de celle de l'eau et qu'elle n'est jamais au-dessous de 0.985.

Aussi, quand la densité d'un vin est moindre que 0.985 peut-on supposer avec certitude que le vin est viné.

La densité se prend avec la balance, ou au moyen d'un alcoomètre ou d'un densimètre.

Pour le dosage de l'extrait dit « réduit », on procède de la manière suivante :

Dans les cas de vins plâtrés ou sucrés, l'extrait trouvé est amoindri d'un nombre de grammes égal à celui du poids total du sucre et du sulfate de potasse, moins un gramme.

Ainsi, par exemple, si l'on a trouvé :

Extrait (résidu de la dessiccation)	29 700
Sulfate de potasse	3 100
Sucre réducteur	4 500

on calcule « *l'extrait réduit* » de la manière suivante :

$$29\,700 - (3\,100 - 1\,000) - (4\,500 - 1\,000) = 29\,700 - (2\,100 + 3\,500) = \mathbf{24\,100}$$

Note. — Pour faciliter la comparaison, deux tableaux ont été calculés ici :

Tableau pour les vins rouges[1].

Suivant l'opinion française, un vin rouge non sucré et non plâtré

CONTENANT de l'extrait, en grammes, par litre.	NE DOIT CONTENIR D'ALCOOL	
	p. 100 de poids.	p. 100 de volume.
15	6.9	8.6
16	7.4	9.2
17	7.8	9.7
18	8.3	10.3
19	8.7	10.8
20	9.2	11.4
21	9.7	12.0
22	10.1	12.5
23	10.6	13.1
24	11.0	13.6
25	11.5	14.2
26	12.0	14.8
27	12.4	15.3
28	12.9	15.9
29	13.3	16.4
30	13.8	17.0

Tableau pour les vins blancs[2].

Suivant l'opinion admise en France, un vin blanc non sucré

CONTENANT de l'extrait, en grammes, par litre.	NE DOIT CONTENIR D'ALCOOL	
	p. 100 de poids.	p. 100 de volume.
14	9.2	11.4
15	9.9	12.3
16	10.6	13.1
17	11.2	13.8
18	11.9	14.7
19	12.5	15.4
20	13.2	16.3
21	13.9	17.1
22	14.5	17.8
23	15.2	18.7
24	15.8	19.4
25	16.5	20.2

1. Calculé sur base de la supposition que la teneur en alcool ne doit pas dépasser une quantité 4.6 fois aussi grande que la richesse en extrait.

2. Ici, on a supposé que la richesse alcoolique ne doit pas dépasser une quantité 6.6 fois aussi grande que la teneur en extrait.

Suivant une communication du *Moniteur vinicole,* n° 38, du 15 mai 1888, les douanes à la frontière française se servent d'un tableau exigeant une certaine teneur en extrait, correspondant à la richesse alcoolique constatée; si cette teneur n'existe pas, les vins sont considérés comme vinés. Ce tableau contient, par exemple, les chiffres suivants :

DEGRÉS.	EXTRAIT.
11,00	24.45
11,25	25.00
11,50	25.55
11,75	26.10
12,00	26.65

Ce dernier tableau basé sur la supposition que l'élévation de la richesse alcoolique d'un degré correspond à une augmentation de la teneur en extrait de 2gr,22 par litre, ou bien que la teneur en alcool est 4.5 fois aussi grande que la teneur en extrait, s'accorde avec le tableau ci-dessus pour les vins rouges (les différences existantes tiennent à ce que nous avons employé, suivant l'instruction, le facteur 4.6, comprenant 1/10 représentant la tolérance, tandis qu'on n'a pas tenu compte de ce 1/10 dans le tableau des douanes).

M. Tony-Garcin dit, dans le même numéro du *Moniteur vinicole,* que les degrés d'alcool sont des degrés centésimaux (pour cent de volume), et que, conséquemment, 9/10 des meilleurs crus français seraient refusés à la frontière.

Cependant, suivant les termes de « l'Instruction pratique », les degrés d'alcool signifient *pour cent de poids.*

Mais, même suivant cette dernière manière de voir, il faudrait, par exemple, déclarer vinés ou se rapprochant le plus près possible par suite de leur composition, des vins purs, presque un tiers des vins de la Gironde de la récolte de 1887, analysés par MM. Gayon, Blarez et Dubourg, parce que dans 111 cas parmi 378 vins, la proportion entre la richesse alcoolique et la teneur en extrait à 100 degrés centigrades dépasse 4.5 ; le maximum est 5.3.

Pour les vins rouges de l'Autriche et de la Hongrie, l'admission de cette proportion serait également erronée. Il est difficile de citer des chiffres à l'appui de cette assertion, parce que autrefois le do-

sage de l'extrait de nos vins se faisait autrement qu'aujourd'hui. Mais en admettant que l'extrait dosé, dans le vin désalcoolisé, à l'aide de l'aréomètre de Balling ne diffère pas beaucoup de l'extrait desséché, on peut citer, par exemple, les faits suivants de la « 5e communication de la Station imp.-roy. expérimentale chimico-physiologique » :

	EXTRAIT en grammes par litre.	ALCOOL p. 100 de poids contenu.	AU LIEU DE :
	—	—	—
N° 70, vin.	21,2	10.84	9.7
N° 71, vin.	18,8	9.95	8.7

De plus, il faut prendre en considération ici le fait particulier de l'existence des clairets (*Schillerweine*). La Styrie, la Hongrie, la Croatie, etc., produisent de grandes quantités de vins nommés « Schiller » ou « Schilcher » (clairets), qui sont la boisson ordinaire. Ces vins ont une couleur rouge pâle, provenant de l'existence, parmi les cépages mixtes à raisins blancs, dont les vignobles du pays sont plantés, de quelques ceps à raisins rouges. Ces vins ne sont pas obtenus par la fermentation sur le marc, de sorte que leur composition se rapproche beaucoup plus de celle des vins blancs que de celle des vins rouges.

Il ressort de ce qui vient d'être dit qu'il n'est pas toujours exact de supposer que la richesse alcoolique de « vins rouges », en poids p. 100, ne doive pas dépasser une quantité 4.5 fois plus grande que l'extrait, pour que les vins puissent être considérés comme vins naturels.

Quant à la supposition que la richesse alcoolique (en poids p. 100) des vins blancs naturels ne dépasse pas une quantité 6.5 fois plus grande que l'extrait, les matériaux dont nous disposons jusqu'à ce jour ne nous autorisent pas à y opposer des considérations analogues. La même règle pourrait s'appliquer aux vins rouges ; mais elle n'aurait de valeur que pour les teneurs en extrait au-dessous de 20 grammes, comme cela se voit dans le tableau ci-dessus.

Cependant, si un vin a été additionné de glycérine, il serait tout à fait illusoire de vouloir calculer le maximum admissible d'alcool de la proportion extrait ; alcool = 1 : 4.5, parce que, par suite de cette

addition, la teneur en extrait peut paraître normale ou très élevée. Aussi sera-t-il indispensable, dans les cas d'extrait abondant, non justifié par la présence de sucre, de doser la glycérine. Une addition éventuelle de glycérine se calcule sur les écarts de la proportion de 100 parties en poids d'alcool : 14 parties en poids de glycérine, admise par les chimistes allemands et autrichiens comme exprimant le maximum naturel. Par contre, si la proportion entre les poids de l'alcool et de la glycérine descend au-dessous de 100 : 7, il faut conclure à l'addition d'alcool (vinage).

En ce qui concerne l'*introduction* de « l'extrait réduit » pour la démonstration du mouillage et du vinage des vins, on doit dire que pour les vins de liqueur, elle est d'autant plus *critiquable* que le vin est plus riche en sucre, parce que, dans ce cas, les chiffres obtenus pour l'extrait par voie de dessiccation doivent être qualifiés de très précaires. L'incertitude est d'autant plus grande que le sucre des vins de liqueur consiste, comme on sait, en dextrose et en lévulose, ayant un pouvoir réducteur différent vis-à-vis de la liqueur de Fehling, et que les deux sucres se calculent ensemble en dextrose.

Conclusions à l'addition d'alcool accompagnée d'addition d'eau.
(Calcul du vinage accompagné de mouillage.)

Dans certains cas, il peut être important d'examiner si un vin a été additionné d'alcool ou d'eau.

Dans tous les vins normaux, *la somme des volumes d'alcool p. 100 et de l'acidité* (exprimée en des grammes d'acide sulfurique monohydraté [SO^4H^2] par litre) *n'est presque jamais au-dessous de 12.5.*

Par l'addition d'eau, ce chiffre est *diminué,* par l'addition d'alcool, il est augmenté.

Il faudra donc s'assurer en premier lieu de la proportion entre *l'alcool et l'extrait;* si le chiffre obtenu dépasse 4.5, on recherchera, en calculant sur le chiffre trouvé, le poids de l'alcool naturel, contenu dans le vin. En déduisant la richesse alcoolique naturelle du vin, ainsi calculée, de la quantité d'alcool trouvée par le dosage, on obtient *la quantité d'alcool ajoutée.*

Ensuite, on additionnera de la manière susindiquée les volumes d'alcool p. 100 et l'acidité (grammes de SO^4H^2 par litre). Si le vin est mouillé, le *chiffre trouvé sera plus petit que 12.5.*

Exemple : Extrait par litre 14,200
Acidité par litre 31,00
Volume d'alcool p. 100 16,000

Proportion entre *l'alcool et l'extrait* = 9,01.
Somme de *l'alcool et de l'acidité* = 19,100.

En se rapportant au nombre proportionnel 4.5, on obtient :

$$14,200 \times 4,5 = 63^{gr},900 \text{ d'alcool par litre.}$$

De là, on calcule *l'alcool naturel* en volumes pour cent :

$$63,900 : 0,8 = 7.99 \text{ volumes p. 100.}$$

Alcool ajouté :

$$16,000 - 7,99 = 8.01 \text{ volumes p. 100.}$$

Somme de l'alcool naturel en volumes pour cent et de l'acidité :

$$7,99 + 3,100 = 11,09.$$

Si l'on a affaire à un vin dans lequel la proportion entre l'alcool et l'extrait (dosés directement) dépasse *le chiffre 4.5,* et dans lequel la somme de l'alcool et de l'acidité (en tenant compte du vinage) est plus faible que 12.5, il faudra conclure à une addition d'eau et d'alcool.

Si la somme des volumes d'alcool pour cent et l'acide en grammes par litre *est entre 18 et 19 ou plus grande encore,* il faut présumer qu'il y a eu vinage.

Note. — Pour convertir en degrés d'acide tartrique les degrés français d'acidité, il faut les *multiplier par 1.5306,* conformément à la proportion 98 à 150.

Inversement, on peut convertir en degrés d'acide sulfurique, les degrés d'acide tartrique pour mille, en les multipliant par le nombre 0.6533.

Ainsi on trouve que :

1 degré	d'acide	tartrique	équivaut à	0°65	d'acide sulfurique.
2 degrés	—	—	équivalent à	1°31	—
3	—	—	—	1°96	—
4	—	—	—	2°61	—
5	—	—	—	3°27	—
6	—	—	—	3°92	—
7	—	—	—	4°57	—
8	—	—	—	5°23	—
9	—	—	—	5°88	—
10	—	—	—	6°53	—

1 degré	français	d'acidité	équivaut à	1°53	d'acide tartrique.
2 degrés	—	—	équivalent à	3°06	—
3	—	—	—	4°59	—
4	—	—	—	6°12	—
5	—	—	—	7°65	—
6	—	—	—	9°18	—
7	—	—	—	10°71	—
8	—	—	—	12°24	—
9	—	—	—	13°78	—
10	—	—	—	15°31	—

Quelque séduisant que paraisse, au premier abord, d'accepter la notion de la somme d'alcool et d'acidité comme la donnée d'après laquelle on juge de la pureté d'un vin — car l'alcool aussi bien que l'acidité peut être dosé rapidement et avec assez de précision, — il faut faire ressortir, d'autre part, que le nombre proportionnel en question (12.5) n'a été employé jusqu'à présent que pour des vins français d'une certaine nature et provenance. C'est ainsi qu'il s'adapte très bien aux 378 vins rouges de la Gironde de l'année 1887, analysés par MM. Gayon, Blarez et Dubourg, quoique les auteurs aient élevé à 13, d'après M. Gautier, le minimum admissible de la somme d'alcool et d'acidité ; il varie entre 13.85 et 18.4, mais le vin le plus fort ne contient que 13.5 volumes d'alcool p. 100, et le plus faible 9.3 volumes. L'acidité, exprimée en acide sulfurique, varie entre 3.20 et 6.81 (correspondant à 4.90 et 10.42 d'acide tartrique pour mille).

Les vins en question proviennent de l'Exposition qui a eu lieu à Bordeaux en 1887, et ce ne sont donc assurément que des vins de choix. En considérant de plus que, dans le commerce, les qualités

inférieures aussi ont beaucoup d'importance, que l'exposition du vignoble, le cépage et la température deviennent des causes de variations notables, surtout dans la richesse alcoolique, on n'est pas tenté de conseiller l'adoption générale du jugement porté sur la somme d'alcool et d'acidité. D'ailleurs, on trouve dans les auteurs français mêmes, des résultats d'analyses de vins naturels qui, jugés d'après ce principe, devraient être considérés comme falsifiés ; c'est ainsi qu'on trouve, dans le rapport de M. J. Boussingault sur les vins présentés à l'Exposition universelle de 1878, les analyses suivantes :

NUMÉROS.	EXPOSANT.	DÉPARTEMENT. (Nom du cru).	VOLUMES d'alcool p. 100.	ACIDITÉ en grammes de SO^4H^2 par litre.	SOMME de l'alcool et de l'acidité.
1	Maxwel	Alpes-Maritimes.	6.10	4,99	11,09
31	Faireau	Charente-Inférieure . . .	8.80	3,08	11,88
471	Léon Lafouret. .	Gironde (cru de la Ducote).	8.90	3,34	12,24
516	Dilhan.	Gers (côte du Gers) . . .	7.70	4,03	11,73
589	Roudigon . . .	Hérault (Aramon léger). .	7.90	4,20	12,10
705	Brouard-Legros .	Loiret.	8.40	3,09	11,19
815	André Franck. .	Hongrie : Buda-Eörs. . .	8.30	3,62	11,92
841	Archiduc Albert .	Villany (Riesling)	8.50	4,12	12,62

Naturellement, les écarts sont encore plus grands dans les vins de liqueur. Ainsi, on trouve :

NUMÉROS.	EXPOSANT.	DÉPARTEMENT. (Nom du cru).	VOLUMES d'alcool p. 100.	ACIDITÉ en grammes de SO^4H^2 par litre.	SOMME de l'alcool et de l'acidité.
19	»	Aude	6.50	4,14	10,64
153	»	Bordogne (Rauly)	6.20	3,68	9,88
661	»	Indre-et-Loire (année 1846)	8.30	2,00	10,30

Relativement à la supposition que les vins vinés se reconnaissent par le fait que *la somme de l'alcool et de l'acidité* dépasse 18, il faut observer que, pour les vins rouges de la Gironde, de la récolte de 1887, analysés par *MM. Gayon, Blarez et Dubourg,* le maximum de cette somme est 18.4. Le fait que des écarts si notables se trouvent parmi les vins rouges d'une région et d'une année données semble recommander une élévation de ce chiffre-limite, pour que les vins naturels ne soient pas exposés au danger d'être suspectés de vinage.

Il est surprenant qu'il n'existe que des instructions sur la constatation du vinage et du vinage *accompagné* de mouillage, tandis qu'il n'y en a pas sur la constatation du mouillage seul.

Vins mutés.

Il y a plusieurs méthodes pour muter les moûts : le soufrage, l'addition d'alcool et l'addition de substances antiseptiques.

En conséquence du décret du Ministère, du 29 mai 1888, il faut indiquer les caractères par lesquels se distinguent les vins mutés, soumis aux droits d'importation et aux impôts indirects suivant leur richesse alcoolique.

Toutes les analyses de moûts et de vins ordinaires faites jusqu'à ce jour, ont prouvé que le jus naturel des raisins contient toujours *moins de 325 grammes de sucre par litre.* Aussi, quand un vin contient du sucre et de l'alcool, et qu'on ramène à du sucre l'alcool dosé, faut-il que la somme des quantités de sucre, ainsi calculée et dosée directement, soit inférieure à 325 grammes par litre. Si la teneur totale en sucre est plus grande, on devra considérer le vin comme muté avec de l'alcool. Ainsi, par exemple, si un vin contient par litre :

Sucre	89 grammes.
Alcool.	170 centim. cubes.

on calculera la teneur en sucre correspondant à la richesse alcoolique, en établissant le poids de l'alcool par la multiplication des volumes p. 100 par 0.8, et en admettant que 100 parties en poids de sucre donnent 50 parties en poids d'alcool. De cette manière on trouve :

$$170 \times 0,8 = 136,0$$
$$136 \times 2 = 272 \text{ grammes de sucre.}$$

	GRAMMES.
Sucre dosé directement	89
Sucre calculé de l'alcool.	272
Total	361

On a donc muté le moût par l'addition d'alcool.

Ou, par exemple, un vin contient par litre :

Sucre	195 grammes.
Alcool.	80 centim. cubes.

	GRAMMES.
Quantité de sucre correspondant à la richesse alcoolique	128
— dosée directement	195
Quantité totale de sucre.	323

Le vin a donc été muté suivant une autre méthode, et il est partant soumis aux prescriptions établies pour les vins de vendange.

Note. — Cette façon de calculer donnerait naturellement des résultats analogues non seulement pour les moûts mutés par l'addition d'alcool, mais pour la plupart des vins de liqueur, de façon que ces derniers seraient injustement grevés d'impôts. Il en serait ainsi, par exemple, pour les vins de Tokai (voir la 5e communication de la Station imp.-roy. expérimentale chimico-physiologique) :

NUMÉROS.	SUCRE en grammes par litre.	SUCRE correspondant à la richesse alcoolique.	TOTAL.
173	238,0	214,4	452,4
174	291,1	232,0	523,1
175	271,2	215,6	486,8
176	317,5	222,4	539,9

Il faudrait donc faire prendre encore en considération pour le calcul d'autres caractères de vins mutés, par exemple la teneur trop faible en glycérine, etc.

La proportion entre la glycérine et l'alcool ne fait pas l'objet de prescriptions dans l'instruction citée, mais il est arrivé à plusieurs reprises que des chimistes français s'en sont servis pour démontrer la pureté d'un vin ou l'addition d'alcool. Ils se basent en cela sur l'indication, contenue dans plusieurs ouvrages français (voir, sous ce rapport, Viard, *Traité général des vins et de leurs falsifications,* page 322, et Gautier, *la Sophistication des vins,* 3e édition, 1884, page 100), que les vins dans lesquels le poids de la glycérine est plus faible que 1/16 de l'alcool doivent être considérés comme vinés. Dans les vins français le nombre proportionnel normal est 1/14.

De plus, *la glycérine doit former moins que la moitié et plus qu'un*

tiers de l'extrait sec ; autrement il faut présumer une addition de glycérine.

D'après *M. Pasteur* et quelques autres chimistes, le poids de la glycérine varie entre 1/10 et 1/14[1] du poids de l'alcool (Viard, *Traité général des vins et de leurs falsifications,* page 38).

Il va sans dire qu'on ne peut faire entrer dans ces proportions que les chiffres trouvés d'après la méthode Pasteur. Or, cette méthode n'est point exacte, et dans tous les pays, à l'exception de la France, elle a été remplacée par la méthode modifiée de MM. Neubauer et Borgmann pour le dosage de la glycérine.

Les études de MM. Fresenius et Borgmann, confirmées depuis lors par de nombreux chimistes (voir aussi un rapport concernant cette question dans le *Bull. soc. chim.* XL, page 347) ont établi que la teneur en glycérine s'élève à environ 1/7 à 1/14 de la teneur en alcool (c'est-à-dire que pour 100 parties en poids d'alcool, formé par la fermentation, il y a 7 à 14 parties en poids de glycérine).

La conviction, existant *dans les régions où opèrent des chimistes français,* de l'insuffisance des dosages de glycérine exécutés par eux jusqu'à ce jour semble s'accuser dans le fait de la non-existence de prescriptions sur le dosage de la glycérine. On s'assure facilement de l'inexactitude fréquente des chiffres obtenus par la méthode Pasteur, en examinant, par exemple, les résultats d'analyses contenus dans le *Rapport sur l'analyse des vins présentés à l'Exposition universelle de 1878,* rapport qui est rédigé par M. Joseph Boussingault.

Nous en extrayons les exemples suivants :

NUMÉROS du vin.	DÉSIGNATION.	GLYCÉRINE par litre.	LA GLYCÉRINE est du poids de l'alcool.	A 100 PARTIES en poids d'alcool correspondent des parties en poids de glycérine.
—	—	—	—	—
239	Brown-Cantenac	8.7	1/8	11.3
471	Cru de la Ducote.	8.7	1/8	12.4
486	Château de Cardasac	9.4	1/8	12.4
75	Picart, clos de Vougeot . . .	5.4	1/19	5.2
80	Morot Michelot Pomard . . .	6.2	1/19	6.4
438	Domaine de l'Ermitage Ladon.	10.1	1/9	10.7

1. Cela veut dire qu'il y a par 100 parties en poids d'alcool 7.1 à 10 parties en poids de glycérine.

On ne peut en aucune façon mettre en doute la pureté de ces vins exposés, provenant des meilleurs crus de France, *mais il faut douter* de l'exactitude des chiffres pour la glycérine trouvés par la méthode Pasteur, et de la théorie basée sur ces chiffres.

Les teneurs en glycérine trouvées par M. Boussingault dans les vins de liqueur n'ont aucune valeur pour leur appréciation, parce qu'elles n'ont pas été obtenues directement dans le vin, mais après la fermentation complète du sucre, au moyen de levûre.

HONGRIE

La Hongrie ne possède pas, jusqu'à présent, une loi proprement dite sur les vins artificiels, quoique le Gouvernement ait soumis, dans ces dernières années, deux projets *d'une loi de cette nature* aux Chambres. Le projet cité plus haut ne contient pas, non plus, une définition du vin naturel. Cependant, à l'occasion de l'établissement d'un impôt sur le débit de boissons, on a donné — dans l'instruction pour la mise en pratique de quelques prescriptions de l'article XXXII de la loi de l'an 1888 sur l'impôt perçu par l'État sur les débits de vin — une définition des vins naturels, qui s'applique, à partir du 1er février 1889, aux vins débités en Hongrie. Voici le passage en question :

« Comme boisson vendue sous un faux nom, il faudra considérer celle dont la qualité et les éléments composants ne correspondent pas au nom sous lequel la boisson est débitée. Il n'est donc permis de débiter sous les noms de bière, de vin ou de toute autre boisson alcoolique que les liquides dont la qualité et les éléments composants correspondent à l'idée qu'on se fait ordinairement des liquides de ce nom (vin, bière ou autre).

Pour ce motif, il est défendu de vendre sous la désignation vin, ou vin naturel, directement, des boissons dites vins préparés artificiellement ; bien au contraire, il faut distinguer une boisson de cette nature, par sa dénomination, du vin ou du vin naturel.

Le vin doit être qualifié d'artificiel :

a) Si pour l'augmentation excessive de sa quantité, il a été additionné d'autres matières ;

b) S'il n'a pas été préparé avec des raisins ou de moût.

On devra considérer comme boisson débitée sous une désignation fausse, le vin, la bière ou autre boisson alcoolique, vendus sous le nom d'un autre propriétaire ou fabricant que celui qui l'a récolté ou fabriqué. Cependant, le débitant ou revendeur est autorisé à vendre le vin, la bière ou l'autre boisson alcoolique sous son propre nom, dans le cas même où il n'est pas le propriétaire du vignoble ou le fabricant, pourvu que, en procédant ainsi, il ne contrevienne pas à *l'article b,* du § 10, de la loi sur l'impôt frappant le débit des boissons. »

Richesse alcoolique.

« Il faut fixer comme minimum de richesse alcoolique des vins hongrois destinés à l'exportation 7.5 volumes p. 100, et comme maximum 18 volumes p. 100. »

Note. — Puisqu'il est question de la richesse alcoolique au point de vue spécial de l'exportation, il faut mentionner que le traité de commerce avec l'Italie, tout aussi bien que celui avec la Suisse, contient la prescription que, pour les vins naturels dont la richesse alcoolique dépasse 15 volumes p. 100, il faut payer, outre le droit pour le vin, le droit pour l'alcool pour la quantité d'alcool excédant 15 volumes p. 100.

Teneur en extrait.

Le minimum de teneur en extrait des vins hongrois destinés à l'exportation est fixé à 1.2 p. 100 ($1^{gr},2$ d'extrait par 100 cent. cubes de vin).

Note. — Cette limite de $1^{gr},2$ d'extrait dans 100 cent. cubes de vin se rapporte à l'extrait trouvé d'après la méthode Houdart. En renvoyant à ce qui a été dit sur cette méthode, nous nous permettons d'observer que la différence entre la limite, proposée par nous, de $1^{gr},4$ d'extrait obtenu par la dessiccation de 100 cent. cubes de vin et la limite susindiquée n'est pas sensible, à ce point de vue que l'extrait d'après Houdart est toujours plus faible dans une mesure analogue.

Proportion entre les teneurs en extrait et en alcool.

Les vins hongrois dont la richesse alcoolique est moindre que 12.4 p. 100 en volume = 10 p. 100 en poids, doivent être considérés comme des vins naturels, si leur teneur en extrait se monte à 1/8 du poids de l'alcool. Les vins hongrois dont la richesse alcoolique est plus grande que 12.4 p. 100 en volume = 10 p. 100 en poids, doivent être considérés comme des vins naturels, si leur teneur en extrait se monte à 1/5 du poids de l'alcool.

Les données sur la teneur des vins hongrois en alcool et en extrait, énumérées sous 4 à 7, sont basées sur les analyses authentiques de vins, faites jusqu'à ce jour. Cependant, puisque un petit nombre seulement de nos vins a été soumis à des examens authentiques c'est-à-dire officiels, il faut supposer qu'on exportera aussi des vins hongrois naturels qui, soumis à l'analyse chimique, pourront peut-être donner des chiffres s'écartant plus ou moins des limites et nombres proportionnels indiqués ci-dessus.

Si ce fait est constaté par une douane étrangère, le vin doit néanmoins être considéré comme un « vin naturel », s'il est accompagné d'un certificat de la Station royale expérimentale de Budapest, attestant que ce vin — malgré les écarts des limites et nombres proportionnels indiqués ci-dessus — est un « vin naturel ».

Note. — Tandis que les chimistes français distinguent, en matière de proportion entre la teneur en extrait et la richesse alcoolique, les *vins rouges* des *vins blancs,* on distingue ici les vins contenant une quantité d'alcool inférieure à 10 p. 100 en poids de ceux qui en contiennent *plus*. Au lieu des nombres proportionnels indiqués dans le premier cas — à savoir 4.5 ou 6.5, — on propose ici les nombres 8 et 5. A cela, il faut prendre en considération que ces chiffres se rapportent à l'extrait d'après Houdart. Le principe de fixer des facteurs différents pour les vins *forts* et les vins *faibles* semble mieux répondre aux faits que le choix de facteurs différents pour les vins *rouges* et les vins *blancs* sans tenir compte de la richesse alcoolique. Cependant, il semble qu'il faut amoindrir un peu le chiffre 8 pour les vins contenant moins de 10 p. 100 en poids

d'alcool, en admettant la moyenne entre les suppositions française et hongroise, c'est-à-dire 7 à peu près. Pour les vins dont la richesse alcoolique est au-dessus de 10 p. 100 en poids, on pourrait conserver le chiffre 5. Il va sans dire que, pour les vins de liqueur, il faudrait d'abord déduire le sucre.

Suppléments aux articles sur l'estimation des vins d'après les résultats de l'analyse chimique.

1er SUPPLÉMENT

Comme complément au recueil ci-dessus, il nous semble utile d'indiquer que, dans la réunion d'œno-chimistes autrichiens à Bolzano en 1886, on a encore débattu la question du dosage de *l'azote et de la recherche de l'acide azotique* dans le vin, comme pouvant servir, dans certains cas, de moyen auxiliaire pour en démontrer la pureté. Relativement à la teneur des vins en azote, la 5e communication de la Station imp.-roy. expérimentale contient des renseignements et le tableau suivant, qui en est extrait, indique les limites.

GRAMMMES D'AZOTE contenus dans 100 centim. cubes de vin.	NOMBRE DES VINS EXAMINÉS.		
	Vins blancs.	Vins rouges.	Total.
Plus de 0,08	»	1	1
De 0,08 à 0,07	»	»	»
De 0,07 à 0,06	»	1	1
De 0,06 à 0,05	6	2	8
De 0,05 à 0,04	5	14	19
De 0,04 à 0,03	19	27	46
De 0,03 à 0,02	53	43	96
De 0,02 à 0,01	57	31	88
De 0,01 à 0,009	3	1	4
De 0,009 à 0,008	3	»	3
De 0,008 à 0,007	1	1	2
	147	121	268

On peut donc dire que les vins normaux (non liquoreux) ont une teneur en azote qui varie entre 0.01 et 0.06.

Les vins contenant moins de 0gr,007 d'acide par 100 cent. cubes de vin doivent être qualifiés de mouillés (demi-vins).

Si un vin contient dans 100 cent. cubes plus de 0gr,06 d'azote, il

doit être, par son goût aussi, de très bonne qualité, et contenir des quantités correspondantes d'extrait et de glycérine[1]. Si cela n'est pas le cas, on a affaire à un vin de lie.

Quant à la recherche de *l'acide azotique,* on doit observer qu'elle se fait au moyen de la diphénilamine et de l'acide sulfurique, et que son absence n'est pas une preuve de la pureté du vin. D'ailleurs, la présence constatée d'acide azotique dans un vin ne peut être considérée comme preuve d'une addition d'eau de puits ou de rivière, contenant cet acide, que dans le cas où — *outre ce point suspect* — d'autres données résultant de l'examen font conclure au mouillage.

Il est arrivé que des vins ont été refusés à cause de leur teneur en *acide sulfureux*. Sur la demande du directeur de la Station imp.-roy. expérimentale de Klosterneuburg, la Faculté de médecine de l'Université de Vienne a donné un avis sur la quantité admissible d'acide sulfureux, et cet avis a été publié dans le 5e fascicule des « Communications de la Station imp.-roy. expérimentale chimico-physiologique ». Selon cet avis, le maximum admissible d'acide sulfureux ou plutôt d'anhydride sulfureux est de 8 parties en poids par 1 000 000 de parties de vin, tandis que les vins soufrés à un degré plus élevé doivent être exclus de la consommation jusqu'à ce que cette teneur ait baissé. Ici, il sera utile d'indiquer que, suivant cet avis et les résultats des analyses faites dès lors, il faudrait exclure de la consommation *la plupart* des vins blancs du commerce, et surtout ceux de meilleure qualité et en état de bonne conservation.

A la septième réunion annuelle des chimistes industrisls de Bavière (1888), on a fixé la limite admissible, en adoptant les conclusions du rapport de M. L. Pfeiffer sur les effets toxiques de l'acide sulfureux à 20 milligr. (au lieu de 8) par litre de vin. Cette proportion s'accorde mieux avec celle que le directeur de la Station imp.-roy. expérimentale chimico-physiologique a formulée et motivée dans les 4e et 5e fascicules des « Communications » de cet établissement.

---

1. En 1888, on envoya officiellement à la Station impériale-royale expérimentale de Klosterneuburg des vins d'un an de l'Herzégovine, qui étaient certainement des vins naturels, et dont la richesse en azote s'élevait à 1gr,35 par litre. A cette teneur en azote correspondaient 35gr,6 d'extrait non sucré et 15gr,5 de glycérine.

2e SUPPLÉMENT

SUISSE

L'Association des chimistes analystes de Suisse a pris, outre les résolutions susindiquées, des résolutions sur l'estimation des *vins de raisins secs,* et sur *l'examen des matières colorantes.* Nous extrayons de la *Revue internationale scientifique et populaire des falsifications,* 2e année, page 50, la première de ces résolutions que voici :

Vins de raisins secs.

1° Suivant les expériences faites jusqu'à ce jour, les vins de raisins secs se distinguent par leur composition particulière, surtout par leur *teneur relativement grande en sucre* et en acides volatils. Leurs cendres sont ordinairement plus riches en *chlorures,* calcium et fer, que celles des vins naturels ;

2° Les vins de raisins secs doivent être considérés comme des *vins artificiels.*

La seconde thèse peut se motiver par le fait qu'on emploie très souvent, pour la fabrication des vins de raisins secs, certaines drogues, qui dominent même dans quelques cas.

Recherche des matières colorantes étrangères dans le vin.

Extrait de la *Vierteljahrsschr. üb. d. Fortschr. a. d. Geb. der Chemie der Nahrungs- und Genussmittel.* (*Revue trimestrielle des progrès de la chimie des aliments et boissons*), 1887, page 431, et emprunté par cette *Revue* à la *Chem.-Ztg* (*Journal des chimistes*), 18.., page 78.

Résolutions. — 1° Matières colorantes végétales. Pour la recherche, dans le vin, des matières colorantes naturelles, on peut conserver les méthodes usitées jusqu'à ce jour, mais on ne peut pas leur attribuer une valeur décisive, à l'exception de celle employée pour la recherche de la cochenille.

2° Matières colorantes à base de rosaniline, fuchsine, cerise (ma-

tières colorantes basiques). On a conservé les méthodes en usage jusqu'à ce jour pour la recherche de ces matières colorantes dans le vin ;

3° Matières colorantes sulfo-conjuguées (sulfo-conjugué de fuchsine, de cerise, etc.) et matières colorantes azoïques (Bordeaux, ponceau, Congo, etc.).

Comme méthode la plus simple pour la recherche de ces matières colorantes, on recommande le procédé suivant, proposé par *M. Cazeneuve :*

10 cent. cubes de vin sont additionnés d'une petite pincée (0gr,2) d'oxyde jaune de mercure, dans une éprouvette et agités vivement durant une demi-minute, au moins, ou bien chauffés jusqu'à ébullition après une première agitation, et filtrés ensuite à travers un double filtre. Si la matière colorante du vin consiste entièrement ou en partie en fuchsine acide ou en une des couleurs azoïques en usage, le liquide filtré reste rouge, tandis que la matière colorante naturelle du vin est détruite.

L'action de l'oxyde de mercure n'est pas oxydante dans ce cas, mais il forme avec la matière colorante du vin une laque.

Le liquide filtré de vins naturels, très riches en acide tannique, est parfois d'une teinte grise.

Pour les matières colorantes azoïques, la sensibilité de cette méthode est un peu moindre que pour les fuchsines acides. L'oxyde rouge de mercure ne peut pas être employé dans ce cas.

Pour la distinction des matières colorantes de cette nature, ou, au moins, de leurs groupes, M. le professeur *H. Wolff,* à Winterthur, a imaginé la méthode suivante :

10 cent. cubes de vin sont agités avec une solution de chlorure de mercure, saturée à froid, et ensuite le liquide est additionné de 10 gouttes de solution de potasse (poids spécifique 1.27) ; on agite de nouveau, et l'on passe à travers un filtre sec.

Le liquide filtré peut être : 1° D'une coloration faiblement jaunâtre (aussi pour les matières colorantes naturelles du vin). On additionne d'acide acétique jusqu'à ce que la réaction soit acide. Si le liquide filtré jaunâtre prend une belle coloration rose, il y a de la fuchsine acide.

2° De couleur rose teintée de rouge jaunâtre, rouge violacé. Le

liquide filtré est acidulé avec l'acide chlorhydrique : *a*) la couleur reste inaltérée ou passe seulement au rose : couleurs oxy-azoïques, telles que Bordeaux, ponceau, etc. (le liquide filtré est évaporé au bain-marie, et la présence des couleurs oxy-azoïques est confirmée par la réaction avec l'acide sulfurique concentré ; *b*) la couleur change de rouge jaunâtre en *rouge bleuâtre* jusqu'à *rouge violacé :* couleurs amido-azoïque, telles que congo, benzopurpurine, orangé de méthyle, etc. De l'alcali en excès fait reparaître la coloration rouge jaunâtre.

Note. — Si la coloration rouge bleuâtre originelle du liquide filtré acidulé d'acide chlorhydrique change en rouge jaunâtre et peut être rétablie par l'ammoniaque, le vin est coloré avec la cochenille ou l'orseille, matières colorantes dont on ne peut démontrer la présence que quand elles existent en quantité assez considérable.

3e SUPPLÉMENT

Nous apprenons par les *Regulations concerning analysis of foods and drugs in the district of Columbia,* série 7, n° 15, *United States internal revenue,* 20 novembre 1888. *Washington, government printing office,* que, depuis le 12 octobre 1888, des prescriptions sur l'appréciation des vins à l'aide de l'analyse chimique — prescriptions qui s'accordent presque littéralement avec les prescriptions autrichiennes et allemandes — sont en vigueur dans le district de Columbia.

4e SUPPLÉMENT

ITALIE

Les cinq réactions de M. Girard, décrites dans les « Documents sur les falsifications des matières alimentaires, etc. », 2e rapport du Laboratoire municipal, page 158 à 161, et indiquées dans les règles italiennes, sont expliquées ci-dessous :

Examen préalable. — A l'aide d'une baguette de verre on retire une ou deux gouttes du vin à examiner, pour les mettre sur la surface poreuse d'un morceau de craie albuminée.

On attend 20 à 30 minutes pour laisser sécher la laque albumino-calcique avant d'examiner la couleur de la tache.

La tache est de couleur *gris clair* pour les vins ordinaires, *bleu d'indigo* pour les vins jeunes ou fortement chargés de matière colorante, *violet grisâtre* (campêche), *verdâtre à teinte grise* (sureau), *verdâtre à teinte bleue* (mauve), *rose* (fuchsine), *rose faible* (cochenille).

1re expérience. — Le vin est additionné d'eau de baryte jusqu'à ce que la couleur tourne en vert, ensuite on y ajoute de l'éther acétique ou de l'alcool amylique, on agite et on laisse déposer, après s'être assuré que la réaction du mélange est faiblement alcaline.

La couche supérieure est *incolore* (pour les vins naturels).

Cela fait, la couche supérieure est décantée et acidulée avec l'acide acétique; elle reste *incolore* (pour les vins naturels).

Elle se colore : en *violet* (orseille), en *rose* (rouge de Biebrich ou roccelline), en *vert* (amido-azobenzol), en *rouge* (fuchsine, safranine), en *jaune* (amido-azobenzol, chrysoïdine, chrysaniline), en *violet* (violet de méthyle, mauvéine).

Note. — Une coloration, apparaissant avant l'addition de l'acide acétique, indique toujours la présence de matières colorantes *basiques* dérivées de la houille.

2e expérience.— 10 cent. cubes du vin à examiner sont additionnés de 2 cent. cubes d'une solution de carbonate de potasse à 5 p. 100. Après cela, le liquide doit se colorer en vert. Si cette coloration ne se produitpas, il faut encore ajouter du carbonate de potasse.

Une fois la coloration verte obtenue, on ajoute une solution d'acétate de mercure (20 grammes d'acétate de mercure dans 100 cent. cubes d'eau) en volume égal à celui de la solution de carbonate de potasse, ayant servi à la saturation. Le mélange présentera une réaction faiblement alcaline.

Dans ces conditions, les matières colorantes du vin forment avec l'oxyde de mercure une laque insoluble, qu'on sépare par la filtration.

Le liquide filtré est *incolore* (vin naturel) ; *coloré :* matières colorantes azoïques ou dérivés sulfo-conjugués; suivant la couleur (jaune ou rouge) il peut y avoir de la roccelline, de la crocéine, du ponceau, etc.

Le liquide filtré est acidulé avec l'acide chlorhydrique : *incolore,* vin naturel ; *coloration rose :* spécialement le sulfo-conjugué de fuchsine.

Note. — Une coloration apparaissant avant ou après l'addition d'acide indique une matière colorante *acide* dérivée de la houille.

3e expérience. — Dans une éprouvette, on mélange 4 cent. cubes de vin avec 2 cent. cubes d'une solution d'alun (à 10 p. 100) et 2 cent. cubes d'une solution de carbonate de soude (à 10 p. 100) ; on agite et l'on filtre.

La laque est : *vert bouteille* sous teinte *bleue* ou *violette* (pour les vins naturels), *rose* (cochenille, bois du Brésil, campêche), violet bleuâtre (sureau [*Sambucus nigra*], hyèble [*Sambucus ebulus*]).

Le liquide filtré est : d'un *vert pur* (vin naturel). On peut rétablir la coloration violacée par une nouvelle addition de la solution de carbonate de soude, coloration *violette* ou *rose* (cochenille, phytolaque, betterave).

4e expérience. — Le vin est faiblement saturé avec le carbonate de soude, jusqu'à ce qu'on obtienne une coloration violette, après quoi on ajoute, dans un volume égal à celui du vin, une solution d'acétate d'alumine (à 2 Baumé).

Le mélange présente une *coloration :* de *grenade* ou faiblement *rouge de vin à teinte lilas* (suivant le cru) pour les vins naturels, *bleue ou violette* (mauve, myrtille, sureau [*Sambucus nigra*], troène, vigne vierge).

5e expérience. — 2 cent. cubes de vin sont mélangés avec 1 cent. cube d'acétate de plomb (à 15 Baumé), et le liquide est filtré.

La laque est *teintée :* en *gris-bleu* jusqu'à *vert clair* (vin naturel).

Le liquide filtré est : *incolore* pour les vins naturels ; *coloré :* orseille, phytolaque (se décompose quand on fait bouillir), betterave et fuchsine (déjà constatée par la 1re expérience).

Régime douanier appliqué aux vins dans le commerce de l'Autriche-Hongrie avec l'Italie et la Suisse.

Ce qui suit est un recueil des prescriptions contenues dans les traités de commerce de l'*Italie* et de la *Suisse* avec l'*Autriche-Hon-*

grie, sur l'exportation des vins et sur le régime douanier à leur appliquer ; de plus, le recueil embrasse les instructions sur le régime de douane à appliquer aux vins, contenues dans le décret du Ministère imp.-roy. autrichien des finances (1889).

Traité de commerce de l'Autriche-Hongrie avec la Suisse.

Bulletins des lois de l'Empire, 1888, n° LXVII, 30 décembre 1888. (Restera en vigueur jusqu'au 1er février 1892.)

Tarif A pour l'importation en Suisse.

NUMÉRO d'ordre.	NUMÉROS du tarif suisse.		UNITÉ pour le calcul du droit.	DROIT en francs.
—	—		—	—
			Kilogr.	
27	252 253	Vin naturel en tonneaux, bouteilles ou cruchons .	100	3,50

Tarif B pour l'importation en Autriche-Hongrie.

(*Note.* — Ici, il n'y a point d'article « vins » et les droits sont donc ceux de la *nation la plus favorisée.*)

Le *protocole* de clôture contient les prescriptions suivantes :

II. — Prescriptions relatives au tarif conventionnel A. — Droits à l'importation en Suisse.

« 1° Les vins naturels, auxquels on n'a ajouté qu'une faible quantité d'alcool et dont la richesse alcoolique totale ne dépasse pas 15 p. 100 en volume, sont soumis au seul droit de 3 fr. 50 c. suivant le numéro d'ordre 27 (nos 252 et 253 du tarif suisse). Si la richesse alcoolique dépasse 15 p. 100, il faut payer, outre le droit de 3 fr. 50 c. pour chaque degré d'alcool au-dessus de la limite susindiquée, l'impôt du monopole des alcools.

Les parties contractantes fixeront, d'accord, l'espèce et les caractères distinctifs des vins naturels. Dans l'entre-temps, les douanes suisses prendront en considération le plus possible, dans les cas de contestations, les certificats délivrés sur les résultats de l'analyse des vins en question, par les stations expérimentales et établissements œnologiques de Budapest, Goritz, Klosterneuburg et San-Michele, tout en se réservant de faire des examens de contrôle. »

Traité de commerce de l'Autriche-Hongrie avec l'Italie.

Bulletins des lois de l'Empire, 1888, XVIII, 25 mai 1888.

(Restera en vigueur jusqu'au 31 décembre 1891, et s'il n'y a pas de dénonciation, jusqu'au 31 décembre 1897.)

Les tarifs relatifs à l'exportation dans les deux États ne contiennent pas l'article « vins », mais il est dit dans le *protocole de clôture :*

II. — Prescriptions relatives au tarif A. — Droit à l'importation en Italie.

« 2° On appliquera aux *vins naturels* le régime douanier établi pour les vins, dans le cas où leur richesse alcoolique n'excède pas 15 degrés. Si la teneur en alcool s'élève à plus de 15 degrés, le vin est soumis au droit d'importation pour les vins, et de plus, pour tout degré d'alcool au-dessus de la limite indiquée, à l'impôt sur l'alcool.

Les parties contractantes nommeront des experts qui étudieront, d'accord, les caractères distinctifs que devront présenter les vins pour être admis comme tels aux douanes » (p. 190).

III. — Prescriptions relatives au tarif B. — Droit à l'importation en Autriche-Hongrie (p. 194).

« 4° Le vin connu sous le nom de vermout est soumis au même régime douanier que les vins sans addition étrangère, auxquels s'appliquent les règles en vigueur pour *la nation favorisée.*

« 5° Dans le cas de l'établissement, pendant la durée de ce traité, d'un droit d'entrée en Italie pour les vins, d'un droit de 5 fr. 77 c. ou inférieur, c'est à ce droit que seront soumis tous les vins d'Autriche-Hongrie ; l'Autriche-Hongrie s'engage dans ce cas à accorder *ipso facto* aux vins italiens les avantages spéciaux indiqués dans le protocole de clôture du traité de commerce et de navigation du 27 décembre 1878, sous le n° 5, III, relatif au tarif B (droits d'entrée en Autriche-Hongrie). Le droit sera en ce cas de *florins 3,20 pour les 100 kilogr.*, et ce régime s'appliquerait aux vins importés en Autriche-Hongrie, en tonneaux, soit par terre ou par mer. »

Voici le point 5, III, relatif au tarif B, droits d'entrée en Autriche-Hongrie, traité du 27 décembre 1878 :

« 5. Les avantages spéciaux, confirmés au deuxième point des règles fixées par le protocole de clôture à l'article VII du traité de commerce et de navigation du 23 avril 1867, sont maintenus en les réunissant en même temps à un droit d'entrée unique de florins 3,20 pour les 100 kilogr. ; ce régime s'applique aux vins de l'*Italie centrale,* de la *Lombardie* et de la *Vénétie.* La prétention à ce droit d'entrée réduit nécessite comme justification la production d'un certificat d'origine.

Le *Journal officiel* pour l'administration du ministère imp. et roy. des finances, année 1888, n° 54, dimanche, le 30 décembre, contient le *Tarif général des douanes du territoire douanier de l'Autriche-Hongrie, en vigueur à partir du 1er janvier 1889.*

Les écarts du tarif général, provenant de traités de commerce en vigueur sont mis en évidence par l'impression en caractères gras.

Nous extrayons de ce tarif :

Première partie. — Importation.

VIII. — *Légumes, fruits, végétaux et parties de végétaux.*	DROIT pour les 100 kilogr. — Florins.
Article 29. — Raisins frais de table.	10
Raisins frais de table, en des paquets de 5 *kilogr. au plus.*	2

La déduction des tares se fait pour cent du poids brut : 16 p. 100 pour l'emballage en caisses et tonneaux ; 20 p. 100 pour l'emballage en caisses et tonneaux et aussi dans du liège, du bois, de la sciure de bois, etc. ; 11 p. 100 pour l'emballage en caisses ou tonneaux incomplets et en corbeilles ; 9 p. 100 pour l'emballage en boîtes et petites caisses analogues.

XIII. — *Boissons.*	DROIT pour les 100 kilogr. — Florins.
Article 66. Vins et boissons équivalentes, cidres, moûts de raisins, de pommes et de poires en tonneaux ou bouteilles	20
Vins de Serbie en tonneaux (de la région de Posarevac, Negotin, Semendria et Niš) comme privilège de zone limitrophe, suivant le traité.	3,20
b) Vins mousseux	50
Tarif conventionnel.	40
Note. — Raisins foulés et raisins pour la vinification	6

La déduction des tares se fait pour cent du poids brut : pour les vins seulement à l'importation en bouteilles, 24 p. 100 pour les caisses, 16 p. 100 pour les corbeilles, et 11 p. 100 pour les chapes.

Addition de tare pour les vins importés en wagons-citernes, sans autre logement, 17 p. 100, pour les raisins destinés à la vinification, 13 p. 100 s'ils sont emballés dans des caisses ou tonneaux, 9 p. 100 s'ils sont transportés dans des caisses ou tonneaux incomplets (cuves) ou en des corbeilles.

NOTE SUR LE DOSAGE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE DANS LES MATIÈRES ORGANIQUES (1888).

Par C.-V. Garola

I. — A l'occasion de l'étude que nous avons entreprise sur la composition des variétés de blé dont nous expérimentons depuis 5 ans, à Villeneuve, les qualités agricoles, nous avons été amené à constater l'importance des pertes d'acide phosphorique que l'on peut faire en calcinant les grains de blé et les matières organiques en général.

Pour 7 variétés de blés où nous avons dosé l'acide phosphorique en opérant sur les cendres provenant de la calcination simple d'abord, puis par un procédé qui va nous occuper et d'où la calcination est exclue, nous avons trouvé en moyenne pour 100 grammes de grain normal une perte de 0gr,219 due à la volatilisation du phosphore, ainsi que le prouve le tableau suivant :

NUMÉROS du journal des blés.	NOM des blés analysés.	DOSAGE après calcination.	DOSAGE sans calcination.	PERTE DUE à la calcination.
1	Square head suédois	0,441	0,687	0,246
2	De Zélande	0,480	0,728	0,248
3	Rouge de Saint-Laud	0,490	0,705	0,215
4	Blanc de Bergues.	0,525	0,691	0,166
6	Talavera de Bellevue	0,451	0,728	0,277
7	Blé-seigle.	0,531	0,712	0,181
8	Rouge prolifique suédois. . .	0,498	0,700	0,202
			Perte moyenne.	0,291

En chiffres ronds la perte est de 31 p. 100 de la quantité dosée. — C'est colossal.

De plus, il est à remarquer que la volatilisation du phosphore est capricieuse : le n° 6, par exemple, qui est un des deux plus riches par la méthode sans calcination, est, par l'ancienne, un des plus pauvres.

II. — En présence de pareils résultats, nous avons dû abandonner le procédé par calcination et recourir à un autre mode de destruction de la matière organique. Nous avons adopté la méthode inaugurée par Kjeldalh pour le dosage de l'azote organique.

La seule difficulté réside dans la nécessité d'opérer sur une faible quantité de matière. L'attaque de 2 grammes de blé, de tourteaux, de poudrette, etc., se fait très facilement ; mais il n'est pas pratique de chercher à attaquer d'emblée 4 à 5 grammes de ces matières. — Cette attaque est toutefois possible et nous y sommes arrivé par un détour.

Nous introduisons d'abord dans le ballon de 200 centimètres cubes, 2 grammes de la substance avec 20 centimètres cubes de SO^3HO et un demi-gramme de Hg. Nous faisons bouillir jusqu'à complète dissolution de la matière, puis quand le dégagement de SO^2 est presque terminé, nous faisons tomber de nouveau 2 grammes de la matière à attaquer, et poursuivons l'ébullition jusqu'à ce que le liquide soit complètement décoloré. (On ajoute un peu de SO^3HO si cela paraît nécessaire.)

En traitant ainsi 4 grammes de blé, par exemple (ce grain renfermant de 0.6 à 0.9 d'acide phosphorique), on aura à précipiter de 24 à 36 milligrammes de PhO^5, ce qui est suffisant pour faire un dosage exact par la méthode de Frésénius. On pourrait même pour le blé se contenter d'opérer sur 2 grammes ; ayant à peser alors de 20 à 30 milligrammes de pyrophosphate de magnésie, on atteindrait une exactitude égale à celle que demande *M. de Gasparin dans l'analyse des sols.*

III. — Mais entre l'attaque et la précipitation magnésienne, pour que celle-ci puisse se faire dans un volume assez restreint pour éviter les pertes dues à la solubilité du phosphate ammoniaco-magné-

sien, il est indispensable de séparer le corps cherché à l'état de phospho-molybdate d'ammoniaque.

A cet effet, l'attaque du blé par l'acide sulfurique et le mercure terminée, on neutralise par l'ammoniaque après avoir transvasé dans une capsule de 11 centimètres de diamètre et étendu d'un peu d'eau, puis on réacidifie par l'acide azotique en excès. Joulie a, en effet, démontré que la précipitation de l'acide phosphorique par le molybdate est incomplète en présence de l'acide sulfurique libre. La solution acide est filtrée sur un tout petit filtre (15 centimètres cubes) pour séparer les substances insolubles. Le liquide filtré et les eaux de lavage ne dépassent pas 200 à 230 centimètres cubes. On porte alors à l'ébullition après avoir ajouté 5 grammes d'azotate d'ammoniaque. Dans le liquide *bouillant* on verse 30 centimètres cubes de nitro-molybdate (50 grammes d'acide molybdique par litre) et on laisse rebouillir UN INSTANT. — Après avoir retiré du feu, on laisse refroidir, puis on recueille le précipité sur un filtre plat qu'on lave à l'acide azotique au 1/10e.

On redissout le phospho-molybdate dans l'ammoniaque au tiers, on lave avec le même liquide, puis on précipite avec 5 centimètres cubes de liqueur citro-magnésienne de la formule de l'ingénieur Millot, le volume total du liquide ne dépassant pas 100 centimètres cubes. — On termine comme d'habitude.

En traitant de cette manière 2 grammes de blé de différentes variétés, nous avons obtenu les résultats suivants :

NUMÉROS des variétés au journal.	PhO^5, 2MgO pesé.	ACIDE PHOSPHORIQUE p. 100.
—	—	—
20	28 milligr.	0.896
21	25	0.800
22	29	0.928
23	24	0.768

Ces résultats confirment l'opinion que nous avions émise dès le début sur la grandeur des pertes d'acide phosphorique dues à l'action du feu.

IV. — M. Parmentier, dans le Traité d'analyse des matières agricoles de M. Grandeau, a démontré que la silice pouvait, dans cer-

taines conditions, former un précipité de silico-molybdate d'ammoniaque. Ce précipité, dont l'aspect ne diffère pas ou peu de celui du phospho-molybdate, prend facilement naissance dans une solution riche en silice et en sels ammoniacaux.

Le mode opératoire précédent serait donc fautif s'il s'agissait, non pas d'une matière organique extrêmement pauvre en silice, comme le blé et la plupart des graines, mais d'un fourrage ou surtout d'une paille où la silice est beaucoup plus abondante que l'acide phosphorique. On aurait alors beaucoup de chances pour qu'il se précipite du silico-molybdate, à cause de l'énorme quantité de sels ammoniacaux que renferme la solution. Cette silice se retrouverait à l'état de silicate de magnésie mélangée au pyrophosphate et fausserait les résultats.

Lors donc que nous voulons doser l'acide phosphorique dans des substances organiques telles que les pailles et les fourrages, riches en silice, ou dans toute autre matière où nous avons à craindre l'abondance de ce corps, nous modifions la méthode précédemment décrite comme il suit :

Au liquide d'attaque de 4 grammes de fourrage ou de paille étendu d'eau et transvasé dans une capsule, on ajoute 5 à 10 centimètres cubes de sulfate de peroxyde de fer à 10 p. 100; puis on sature par l'ammoniaque. En se précipitant, le sesquioxyde de fer entraîne tout l'acide phosphorique, *mais aussi une quantité notable de silice.* Pour se débarrasser de celle-ci, après avoir recueilli le précipité sur un filtre, on le dessèche à l'étuve à 100-110 degrés. Le filtre et son contenu étant placés dans une capsule, on y ajoute de l'acide azotique à 30 p. 100 et on laisse digérer à une douce chaleur. L'oxyde de fer et le phosphate de fer se dissolvent à *l'exclusion de la silice,* que l'on sépare par le filtre et qu'on lave. Il ne reste plus qu'à précipiter l'acide phosphorique dans le liquide filtré, additionné de 5 grammes de nitrate d'ammoniaque, par le molybdate (30 centimètres cubes) à l'ébullition et à continuer comme plus haut.

V. — Mais lorsqu'on a un grand nombre de dosages à faire, la lenteur relative des procédés que nous venons de décrire (surtout quand il s'agit de fourrages qui, comme la paille, renferment très peu

d'acide phosphorique et nécessitent, par conséquent, l'emploi de 10 grammes de matière [1]) est un inconvénient qui peut faire reculer devant leur emploi.

C'est pourquoi nous avons songé à recourir à la pesée du précipité de phospho-molybdate, comme le font déjà un certain nombre de chimistes dont les noms font autorité.

Mais en consultant les différents auteurs que nous avions sous la main, nous avons constaté, avec regret, des divergences énormes que présenterait le précipité. C'est ainsi que les instructions officielles aux stations agronomiques indiquent que le phospho-molybdate séché à 90 degrés contient 4.38 d'acide phosphorique (précipitation à froid); l'Agenda du chimiste donne le coefficient 3.14 (précipitation à chaud); tandis que Lipowitz, dans le traité d'analyse volumétrique de François Mohr, indique 3.6 pour la richesse en acide phosphorique du précipité obtenu à l'ébullition.

Nous avons tenu à étudier nous-même le précipité et nous avons reconnu que dans les conditions de nos expériences, il présente une composition constante, qui permet de déduire de son poids la quantité de PhO^5 qu'il renferme.

On peut donc *simplifier* la méthode de dosage précédente, et la rendre très rapide en substituant à la pesée du pyrophosphate de magnésie, la pesée du phospho-molybdate recueilli sur un filtre taré et desséché à 90 degrés.

Dans le cas des graines, cette modification permet d'opérer sur 2 grammes ; pour les pailles très pauvres, 4 grammes suffisent.

Nous avons cherché la composition du précipité par 2 méthodes différentes : 1° en précipitant par le nitro-molybdate un poids rigoureusement connu de PhO^5 et pesant le précipité séché au-dessous de 90 degrés; 2° en dosant l'acide phosphorique dans les précipités provenant de 3 séries successives de dosages.

1° — *a*) 20 milligrammes d'acide phosphorique, additionnés d'eau et de 5 grammes d'azotate d'ammoniaque, sont portés à l'ébullition. On y verse alors 30 centimètres cubes de molybdate, on laisse

1. Pour attaquer 10 gr. de paille, on attaque en 2 fois 5 gr. dans 2 ballons et on réunit les liquides d'attaque.

bouillir *un instant*. Le volume total est d'environ 230 centimètres cubes. Après refroidissement, on recueille le précipité sur un filtre taré, on lave à l'acide azotique au 1/10, puis, après avoir séché le filtre dans un papier joseph et enfin à l'étuve à 90 degrés, on le pèse.

On obtient 559 milligrammes de phospho-molybdate ; comme le précipité renferme 20 milligrammes d'acide phosphorique, il en dose p. 100 : 3.575.

b) Même opération sur 10 milligrammes d'acide phosphorique.

Phospho-molybdate	280 milligr.
Acide phosphorique p. 100 du précipité	3.575

Les résultats des deux opérations sont identiques. Ils concordent du reste parfaitement avec le coefficient de Lipowitz pour la précipitation à l'ébullition.

2° — Les précipités de phospho-molybdate provenant de nos dosages d'acide phosphorique dans 16 échantillons de blé répartis en 3 séries ont été analysés et nous ont fourni les résultats suivants [1] :

SÉRIE.	PHOSPHO-MOLYBDATE employé.	PYROPHOSPHATE pesé.	ACIDE phosphorique p. 100.
Nos 6 à 11 inclus	1gr,246	0gr,069	3.544
Nos 16 à 18 inclus. . . .	2 ,654	0 ,143	3.445
N° 19, *a, b, c*	1 ,480	0 ,082	3.546
	Moyenne.		3.511

Il y a dans les résultats obtenus dans les deux procédés une grande concordance. Les coefficients obtenus peuvent être considérés comme identiques, car leurs écarts n'ont dans la pratique du dosage de l'acide phosphorique d'influence que sur les dixièmes de milligramme, et encore cette influence ne dépasse pas 2 et 4 unités de cet ordre.

Nous devons faire observer que les précipités analysés portant les nos de série 6 à 11 ont été obtenus sans porter le liquide à l'ébullition. Malgré cela, nous n'y avons trouvé que 3.54 p. 100 seulement d'acide phosphorique au lieu de 4.38 p. 100 indiqués par M. Aubin.

1. Ces dosages ont été faits avec le plus grand soin par la méthode de double précipitation.

Nous croyons donc être autorisés par les dosages concordants qui précèdent à prendre comme coefficient le nombre *3,54,* moyenne de nos dosages.

La constance des résultats obtenus dans ces essais démontre que la pesée du phospho-molybdate séché à 90 degrés offre suffisamment de garanties d'exactitude. En opérant sur le double d'acide phosphorique, nous avons obtenu précisément le double de précipité.

Dans l'analyse des grains de blé, attaqués sans mouture préalable, nous avons obtenu dans la série 19 *a, b, c* des résultats que nous estimons satisfaisants.

BLÉ N° 19.	PHOSPHO-MOLYBDATE.	ACIDE phosphorique.
	Milligr.	Milligr.
a) 1er échantillon de 2 gr. . . .	497	17,59
b) 2e —	503	17,80
c) 3e —	471	16,67
Moyenne	490	17,35

VI. — En résumé, pour doser rapidement l'acide phosphorique dans les matières organiques, sans faire de pertes par leur calcination, on attaque 2 à 4 grammes de matière par la méthode Kjeldahl (SO^3HO et Hg).

1° Si la substance ne renferme que peu ou pas de silice, on neutralise le liquide d'attaque par l'ammoniaque, réacidifie par l'acide azotique ; puis, après filtration, on précipite à l'ébullition par le nitromolybdate, en versant 30 centimètres cubes de ce réactif dans la solution bouillante, le volume total étant d'environ 200 à 250 centimètres cubes. On laisse refroidir, puis on recueille le précipité sur un filtre taré, on lave 3 ou 4 fois avec l'acide azotique à 1/10 ; on laisse bien égoutter le filtre, on le dessèche à 90 degrés et on le pèse. Le poids de phospho-molybdate multiplié par 3,54 donne l'acide phosphorique.

2° Si l'on craint la présence de la silice (paille, foin), dans le liquide d'attaque étendu d'un peu d'eau on ajoute 5 à 10 centimètres cubes de sulfate de peroxyde de fer à 10 p. 100 et l'on neutralise par l'ammoniaque. Le précipité ferrugineux renfermant tout l'acide phosphorique est recueilli sur un filtre desséché à 100-110 degrés pour insolubiliser la silice, puis repris dans une petite capsule par l'acide

azotique au tiers à une douce chaleur. Le liquide filtré, séparé de la silice, additionné de 5 grammes d'azotate d'ammoniaque, est enfin porté à l'ébullition et précipité par 30 centimètres cubes de nitro-molybdate.

NOTE SUR LA COMPOSITION DU PHOSPHO-MOLYBDATE D'AMMONIAQUE

Par C.-V. Garola

Nous avons dosé l'azote par la méthode Kjeldahl et avons trouvé p. 100 $1^{gr},95 = 3,62$ d'Az H^4O.

L'acide molybdique a été dosé après dissolution du précipité dans SO^3HO et réduction par le zinc, dans le liquide étendu. On détermine le Mo^2O^3 formé par le caméléon N/10.

Composition p. 100.

Acide molybdique.	MoO^3	88.30
Acide phosphorique.	PhO^5	3.54
Ammoniaque	AzH^4O	3.62
Eau p. diff..	HO	4.54

Cette composition répond à la formule :

$$24\,MoO^3, PhO^5, 3\,AzH^4O, 10\,HO = 1\,967$$

Composition déduite de la formule.

Acide molybdique	87.85
— phosphorique	3.69
Ammoniaque	3.96
Eau.	4.57

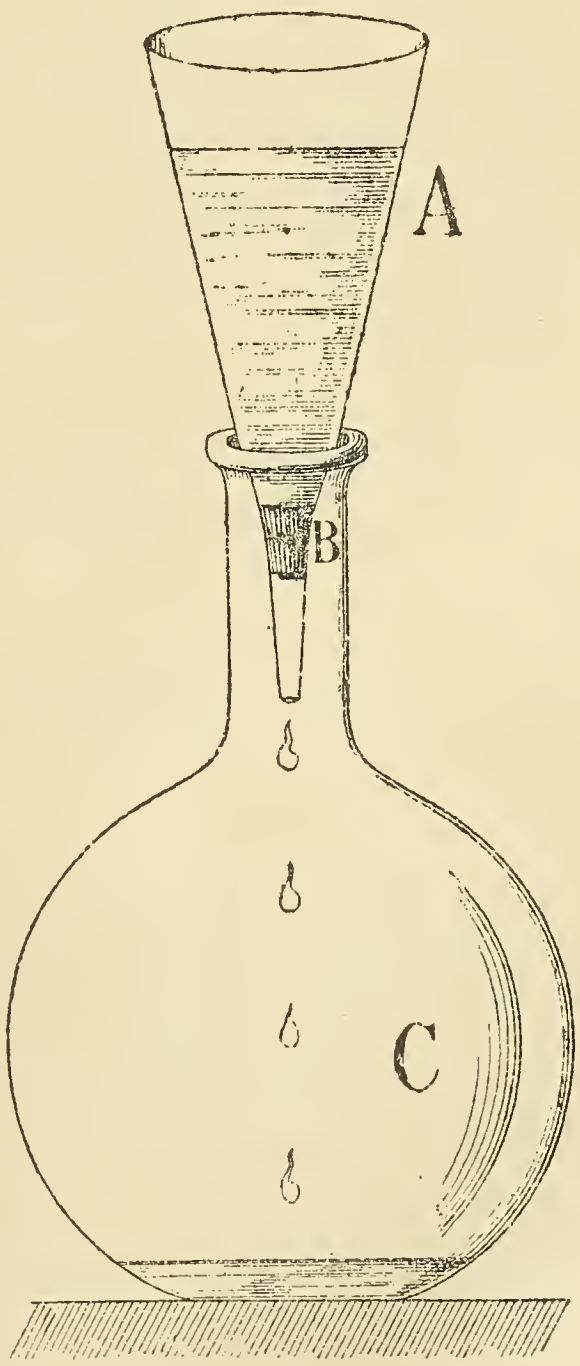
Le phospho-molybdate est cristallisé en petits cubes.

DOSAGE DE LA POTASSE DANS LES MATIÈRES ORGANIQUES (1888)

Par C.-V. Garola

Pour éviter toute perte de potasse par la volatilisation du chlorure à haute température, nous attaquons à deux reprises 4 gr. de matière organique par l'acide sulfurique et le mercure, comme pour doser l'azote ou l'acide phosphorique.

Le produit de l'attaque est transvasé dans un grand verre a précipité ; on y ajoute les eaux de lavage du petit ballon. — On verse alors un lait de chaux épais jusqu'à réaction alcaline. L'acide sulfurique est ainsi éliminé à l'état de sulfate et le mercure précipité.



Un grand entonnoir en verre A est muni d'un tampon d'amiante B et placé sur un ballon C. On verse dans l'entonnoir le magma de sulfate de chaux, puis on le lave méthodiquement, avec aussi peu d'eau que possible, 5 à 6 fois.

Le liquide recueilli renferme tous les sels alcalins, un peu de chaux libre et un peu de sulfate de chaux. Si la substance renfermait de l'azote, ce corps se trouve dans le liquide à l'état d'ammoniaque.

Le liquide transvasé dans une capsule est évaporé à sec et calciné au bain de sable pour chasser les sels ammoniacaux. On reprend alors la capsule par quelques centimètres cubes d'eau et d'acide chlorhydri-

que, on ajoute du chlorure de platine, on évapore à sec, au bain-marie, et on termine par la méthode au formiate.

C'est ce procédé que nous avons adopté pour doser la potasse dans nos recherches sur la composition des blés.

DOSAGE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE DANS LES ENGRAIS ORGANIQUES A L'ÉTAT DE PYROPHOSPHATE DE MAGNÉSIE (1888)

Par C.-V. Garola

Les pertes que nous avons signalées lors de la calcination des grains de blé se reproduisent quand on incinère des engrais riches en matières organiques et renfermant du phosphate acide.

Les guanos, les poudrettes, les engrais composés à base de superphosphate et de substance organique sont dans ce cas.

Exemples :

		POUR 1/2 gr.
N° 49	PhO^5 par calcination	47,7 milligr.
—	PhO^5 par attaque Kjeldahl.	49,7
	Perte	2,0
N° 50	PhO^5 par calcination	25,60
—	PhO^5 par attaque Kjeldahl	29,44
	Perte	3,84

C'est pourquoi nous évitons pour ces substances la destruction de la matière organique par le feu.

On peut leur appliquer les méthodes précédemment décrites. Toutefois nous préférons les traiter comme il suit :

2 gr. de poudrette ou autre engrais organique sont attaqués par l'acide sulfurique (20 centimètres cubes) et le *sulfate de cuivre sec* (2 gr.) comme pour le dosage d'azote. Le produit de l'attaque est transvasé dans un flacon jaugé de 200 centimètres cubes et additionné

d'eau. On laisse refroidir, puis on complète jusqu'au trait. On filtre le liquide après mélange intime.

On en prélève de 50 à 100 centimètres cubes, suivant qu'on veut faire le dosage sur un demi ou 1 gr. On précipite par la mixture citro-magnésienne et l'ammoniaque et l'on dose le précipité par pesée ou volumétriquement.

Le sulfate de cuivre ne gêne en rien l'opération.

QUESTION DU DOSAGE DU SUCRE DANS LA BETTERAVE

Par M. Pagnoul

L'ordre du jour appelle la question du dosage du sucre dans la betterave. M. Pagnoul, interrogé sur ce qui se fait à ce sujet dans le Nord, dit que trois méthodes peuvent être employées : 1° la mesure de la densité du jus ; 2° la détermination de sa richesse saccharine ; 3° le dosage direct du sucre dans la racine.

La première méthode est encore la plus employée dans le Pas-de-Calais. Elle a l'avantage de ne pas exiger de laboratoire et de permettre aux cultivateurs de se rendre compte par eux-mêmes de la valeur de leurs betteraves, mais cette méthode est d'une précision insuffisante comme base de transaction. La densité du jus augmente bien, il est vrai, avec la quantité de sucre qu'il renferme et, en prenant les moyennes d'un très grand nombre d'essais, on trouve même que l'accroissement de richesse est assez régulièrement de $0^{gr},26$ par décilitre de jus pour une augmentation de 0,1 de degré ; mais autour de la moyenne correspondant à un degré déterminé, il peut y avoir un écart atteignant jusqu'à 2. Ainsi au degré 7,0, c'est-à-dire à la densité 1,070, correspond par décilitre de jus une richesse qui est en moyenne de 15,3, mais qui peut s'étendre entre 14,8 et 16,7.

La détermination de la densité exige en outre certaines précautions ; il faut laisser les bulles d'air se dégager par un repos de 15 à 20 minutes ; une correction est nécessaire si la température n'est pas de 15 degrés ; enfin le défaut de précision et d'uniformité du

densimètre a nécessité l'intervention d'une nouvelle loi pour faire disparaître les abus qui en résultaient.

La détermination du sucre dans le jus au moyen du saccharimètre est une méthode plus exacte et qui a encore le mérite d'une grande simplicité. Aucune mesure en volume ou en poids n'est même nécessaire pour l'application de cette méthode, il suffit de broyer avec le jus 4 ou 5 grammes de sous-acétate de plomb solide, de filtrer et d'observer au saccharimètre. La précision est ici très grande, car en supposant même une erreur d'observation de 0,3 de degré, elle ne correspondra, pour la richesse saccharine, qu'à une différence de 4 unités du second ordre décimal, c'est-à-dire que l'on pourra trouver par exemple 15,34 au lieu de 15,38, ce qui est presque négligeable. En outre, l'opération étant faite sur le jus permet d'en déterminer la densité et par suite d'obtenir la pureté de la betterave, c'est-à-dire le rapport $\frac{s'}{s}$ entre le sucre réel s et le sucre s' que devrait contenir le jus pour marquer la densité observée, s'il ne contenait pas autre chose que du sucre. Or cette connaissance de la pureté et du non-sucre s'-s a son importance dans l'évaluation d'une betterave. On reproche cependant avec raison à cette méthode de ne donner que la richesse du jus et non celle de la betterave. Il est facile, il est vrai, de passer de l'une à l'autre en admettant pour la proportion de jus contenu dans la racine le coefficient 0,95. Si, en effet, la densité du jus est, par exemple, 1,07 et si sa richesse est de 15,3 au décilitre, le sucre contenu dans 100 poids de betterave sera $\frac{15,3.95}{107} = 13,58$. Mais la proportion de jus contenu dans la betterave n'est pas constante et on peut dire seulement qu'elle s'écarte peu des nombres contenus entre 94 et 96. Les résultats nombreux obtenus en déterminant soit l'eau du jus et de la vapeur, soit directement le résidu insoluble de la vapeur, ont presque toujours donné des chiffres compris entre ces limites ; ceux qui s'en écartent ont sans doute été obtenus avec des betteraves desséchées ou altérées. Cependant, en admettant même ces limites, on trouverait pour le sucre de 100 poids de betterave, en supposant encore 15,3 pour la richesse du décilitre de jus : 13,44 avec le coefficient 94 et 13,73 avec le coefficient 96, ce qui représente un écart de près de 0,3.

Enfin on a encore objecté que le jus extrait par pression n'a pas tout à fait la composition du jus total contenu dans la racine. Si, en effet, on fractionne la pression, on trouve que les premiers jus qui s'écoulent sont plus riches que les suivants et à plus forte raison que ceux qui restent dans la pulpe pressée. La différence entre la richesse du jus extrait et celle du jus total n'est pas, il est vrai, très grande, mais toutes ces erreurs, si elles vont dans le même sens, peuvent facilement atteindre 0,4 de sucre pour 100 de betteraves.

La troisième méthode consiste dans le dosage direct du sucre dans la racine. On a longtemps employé pour cette détermination la liqueur cuivrique, mais ce procédé doit être abandonné ; il donne toujours des nombres trop forts, même en substituant pour l'inversion l'acide tartrique à l'acide sulfurique ; il exige des manipulations assez longues, la fin de l'opération est souvent difficile à saisir et il ne permet pas d'opérer à la lumière d'une lampe.

On est donc revenu au saccharimètre en séparant le sucre de la râpure par un dissolvant qui peut être l'alcool ou l'eau. On a cru d'abord devoir employer l'alcool afin de se débarrasser des substances agissant sur la lumière polarisée que l'on suppose exister avec le sucre dans la betterave, mais l'emploi de ce dissolvant rendait l'opération coûteuse, longue et peu pratique. Il faut, en effet, que les analyses de betteraves ou de cossettes de diffusion puissent se multiplier dans le cours d'une fabrication et que les laboratoires de sucrerie soient en mesure d'en exécuter une cinquantaine par jour, ce qui devient impossible si chacune exige deux décilitres d'alcool, des manipulations qui peuvent devenir dangereuses avec un liquide aussi inflammable, des méthodes de déplacement demandant plusieurs heures, etc. Heureusement les recherches patientes dirigées par M. Pellet et effectuées aussi dans beaucoup d'autres laboratoires, surtout en Belgique, ont démontré que l'on peut arriver avec l'eau à des résultats aussi exacts qu'avec l'alcool et le procédé désigné par M. Pellet sous le nom de diffusion instantanée à froid est probablement celui qui finira par être adopté. Une râpe spéciale transforme la betterave en une sorte de crème, c'est-à-dire en râpure impalpable ; $16^{gr},19$ de cette pulpe sont introduits dans un ballon de 100 avec une quantité suffisante de sous-acétate de plomb ; on complète

le volume, on filtre et on observe au saccharimètre. Le degré trouvé donne directement le sucre pour 100 betteraves. Si la râpure ne peut être obtenue à l'état de crème impalpable, on peut encore employer la même marche, mais en maintenant alors le ballon à 80 degrés pendant un certain temps. La difficulté du procédé instantané réside donc dans la transformation de la betterave en crème, ce qui ne peut s'obtenir avec certaines râpes qu'en recourant à un moteur. M. Pellet a construit une râpe à bras pour le même usage, mais son emploi n'est pas encore suffisamment connu.

Ces procédés de dosage direct, tout en étant les plus rationnels et les mieux à l'abri d'objections, présentent néanmoins un inconvénient assez grave, c'est que n'opérant pas sur le jus ils ne permettent pas de déterminer sa densité et par suite d'obtenir la pureté de la betterave. Ils nécessitent aussi une observation plus attentive et plus exacte du saccharimètre, car en opérant sur le jus, une erreur de 0,3 de degré ne représente, comme il a été dit plus haut, qu'une différence de 0,04 sur la quantité de sucre, tandis qu'avec la méthode directe cette même erreur représenterait une différence de 0,3.

DE L'ACTION DE LA CHALEUR SUR LES PHOSPHATES DE CHAUX

Par A. Olry

Les nodules des Ardennes, les sables de la Somme et autres phosphates naturels, maintenus pendant quelques heures à une température d'environ 1 200 degrés, éprouvent un changement de nature qui les rend plus facilement assimilables par les plantes. On leur donne alors le nom de *thermo-phosphates,* suivant l'expression de M. Bazin, à qui l'on est redevable de cette découverte. M. Grandeau a fait connaître que, dans les expériences culturales entreprises à l'École de Tomblaine en 1887, la simple substitution des phosphates calcinés aux phosphates naturels crus correspondants a eu pour effet de porter de 15 à 21,3 quintaux par hectare le rendement des

terres en avoine. L'importance de ce résultat nous a donné l'idée d'en rechercher la cause en soumettant des échantillons calcinés à l'examen micrographique.

Nous rappellerons d'abord que la craie de Beauval renferme la matière phosphatée à un état mixte, en partie amorphe et en partie cristallin, sous forme de nodules et de bâtonnets englobés dans une poussière de calcite ; nous avons donné une description complète de cet état particulier dans notre étude sur les exploitations de M. Paul Desailly ; les nodules des sables verts sont, de leur côté, d'une nature entièrement amorphe. M. Termier ayant bien voulu nous aider de nouveau de sa compétence spéciale, nous avons fait tailler des plaques minces, après calcination, dans les sables et la craie de Beauval, ainsi que dans les nodules des Ardennes ; l'étude de ces plaques au microscope a permis de constater les changements que l'action de la chaleur avait fait subir aux substances soumises à l'expérience.

I. *Sables de Beauval.* — Ces sables sont composés d'éléments de grosseur très variable. Les grains les plus gros sont des agrégats de nodules ; la partie pulvérulente est une poussière de nodules très fins. Dans l'intérieur de chaque nodule, on ne voit plus aucune apparence cristalline, sauf quelques grains de quartz et d'autres minéraux adventifs, tels qu'augite et tourmaline. La matière ferrugineuse a subi une peroxydation qui, complète dans les très petits nodules, va, dans les gros, en décroissant de la périphérie au centre ; le centre est par suite plus ou moins clair ; le bord est brun. Le ciment qui réduit les divers nodules d'un même grain a pris une teinte brune très foncée : ce ciment est vraisemblablement une argile ferrugineuse. Quelques nodules, en général les plus volumineux, présentent à l'intérieur des traces vagues de sections d'infusoires ; ces traces sont, comme tout le reste, constituées par du phosphate amorphe.

En résumé, peroxydation intense de la matière ferrugineuse, destruction de l'apatite qui existait dans les sables, transformation chimique du phosphate cristallisé et du phosphate amorphe : tels sont les résultats de la calcination des sables de Beauval.

II. *Craie de Beauval.* — Ici, la transformation est absolue. La craie a été complètement détruite et remplacée par une matière

amorphe, de couleur brun rougeâtre, qui est une chaux très chargée de peroxyde de fer et probablement aussi de phosphate. Les nodules phosphatés abondent toujours au sein de cette chaux ; on n'y observe plus aucune trace d'apatite cristallisée ; ils sont devenus entièrement amorphes et ne se distinguent plus du reste de la masse que par leur teinte plus claire ; la peroxydation de la matière ferrugineuse ne les a, en général, influencés qu'à la périphérie. Dans un certain nombre d'entre eux, on observe des taches rondes, plus ou moins colorées en brun ou en noir ; ces taches sont probablement des témoins de sphérolithes phosphatés ou de sphérolithes calcaires, emprisonnés dans un nodule plus gros. Les sections d'infusoires ont entièrement disparu. Les bâtonnets d'apatite sont complètement détruits ; on observe, par contre, des bâtonnets de matière amorphe non ferrugineuse, qui résultent vraisemblablement de leur transformation.

Les résultats de la calcination de la craie de Beauval sont donc : destruction du carbonate de chaux et, par suite, désagrégation absolue de la matière ; peroxydation des substances ferrugineuses ; destruction complète de l'apatite ; transformation de toute la substance phosphatée en un phosphate chimiquement différent.

III. *Nodules des Ardennes.* — Ces nodules, très riches en fer, sont devenus entièrement noirs. Les grains de quartz sont fissurés et brisés. Les grains de glauconie, si nombreux dans la matière crue, ont entièrement disparu, confondus dans la rouille foncée qui a envahi toute la masse. Sauf le quartz, tout est amorphe. A l'état cru, la matière phosphatée, déjà amorphe, semblait uniformément répartie ; la calcination a mis en évidence sa concentration en nodules arrondis ; ces nodules sont peu ferrugineux ; ils tranchent, par leur limpidité, sur le ciment ocreux qui les entoure ; ils sont, en général, bordés d'un liseré plus noir que ce ciment ; il n'est pas impossible qu'ils aient été *produits* par la calcination, et non pas seulement *mis en évidence* par elle : on sait, en effet, que la calcination opère fréquemment des transports de molécules.

La calcination des nodules des Ardennes a, d'après cela, produit les résultats suivants : désagrégation de la substance, allant jusqu'à la fissuration des grains de quartz ; destruction de la glauconie ;

peroxydation intense de la matière ferrugineuse ; mise en évidence, au sein du ciment ferrugineux, de nodules phosphatés plus clairs, entourés d'un liseré très foncé d'oxyde de fer ; transformation très probable du phosphate déjà amorphe en un autre phosphate amorphe.

Ces observations sont particulièrement intéressantes en ce qu'elles montrent que la calcination a pour effet de détruire l'état partiellement cristallin des phosphates de Beauval. Cette modification est certainement corrélative d'une transformation chimique dont la nature n'est pas encore connue, et qui tient peut-être à ce qu'à haute température la silice que les phosphates renferment concentre l'acide phosphorique sur une partie de la chaux, en s'emparant de l'excédent, ou encore à ce qu'il se produit alors des combinaisons complexes de chaux, de fluorure et de chlorure de calcium. Nous ne manquerons pas de poursuivre notre étude à ce point de vue purement chimique, comme aussi de soumettre à l'examen micrographique des plaques taillées, après calcination, dans les apatites pures largement cristallisées. Mais, dès à présent, l'amélioration de l'effet utile des nodules des sables verts, par suite d'une application de chaleur, se trouve expliquée, car il paraît naturel d'admettre que l'action chimique qui se traduit pour les sables de Beauval par leur transformation en une masse entièrement amorphe, s'étend également aux phosphates préalablement amorphes, en augmentant ainsi leur assimilabilité par les plantes. C'est sans doute aussi le motif pour lequel, conformément à l'opinion de M. Grandeau, les scories de déphosphoration, qui ont été portées à une température très élevée, agissent activement sur les végétaux. Ajoutons enfin que les sables de Beauval, que leur texture en partie cristalline range au nombre des phosphates peu assimilables, sont peut-être à la veille de pouvoir être avantageusement employés sans avoir besoin d'être transformés en superphosphates ; il y a lieu de croire, en effet, que la chaleur, en les rendant complètement amorphes, améliore en même temps leur assimilabilité. En ce cas, les craies elles-mêmes, dont la teneur en acide phosphorique varie ordinairement de 10 à 15 p. 100, deviendraient, après calcination, un excellent engrais, comparable, à richesse égale en phosphore, aux farines des Arden-

nes et de la Meuse, et d'un emploi d'autant plus recommandable dans certains cas qu'il renfermerait, par surcroît, une proportion de chaux considérable. Il est à désirer que des expériences de culture, entreprises avec méthode, viennent éclaircir définitivement ce point si important pour l'agriculture et pour l'avenir des exploitations du groupe de la Somme.

OBSERVATIONS DE M. PAGNOUL RELATIVES A L'EMPLOI DES PHOSPHATES

M. Pagnoul présente les observations suivantes relatives à l'emploi des phosphates.

L'addition des phosphates et même des superphosphates ne produit que des effets peu appréciables sur beaucoup de terres du Pas-de-Calais. Ainsi sur le champ d'expériences de la station, soit pour betteraves, soit pour œillettes, les rendements n'ont jamais été notablement accrus par l'emploi de ces sels. Il en a été de même dans les essais effectués aux environs de Béthune, sur une vingtaine d'hectares divisés en un très grand nombre de parcelles. Ces essais continués pendant trois ans, dans des conditions très variées, ont donné des résultats tantôt favorables, tantôt défavorables à l'introduction des phosphates ou superphosphates dans les engrais ; en somme, leur emploi n'a jamais été rémunérateur. C'est qu'en effet les terres du Pas-de-Calais sont en général riches en acide phosphorique ; presque toutes en contiennent une proportion supérieure à 0.1 p. 100 et cette proportion s'élève même parfois aux environs d'Arras jusqu'à 0.7. Peut-être aussi ces phosphates sont-ils dans un état plus assimilable qu'ils ne le sont dans certaines terres, par exemple dans celles de la Bretagne.

Ces bonnes terres du Nord réclament donc simplement, à l'état de phosphate naturel la restitution de l'acide phosphorique qui leur est enlevé par les récoltes et ce n'est évidemment pas le milieu qu'il

faut choisir pour mettre en évidence le rôle considérable que remplit l'acide phosphorique dans la végétation.

Les résultats sont en effet bien différents lorsqu'on opère dans un sable siliceux stérile, comme cela a été fait à la Station agronomique du Pas-de-Calais, dans des conditions assez variées, depuis 1884.

Les premières expériences de ce genre ont été entreprises sur l'œillette qui est encore très cultivée dans le nord de la France comme plante oléagineuse. Les résultats peuvent être résumés ainsi, en représentant par 100 le rendement maximum :

Avec l'engrais complet à superphosphate	100
— sans azote	31
— sans acide phosphorique	20
Aucun engrais	5

Les mêmes expériences reprises en 1888 ont donné :

Avec l'engrais complet à phosphates soluble et insoluble	100
— avec phosphate soluble seul	88
— — insoluble seul	3
— sans acide phosphorique	3
Aucun engrais	1

Le phosphate naturel employé était le phosphate d'Orville. Il n'était donc pas assimilable seul dans les conditions de l'expérience. Cependant, associé avec le superphosphate, il paraît, d'après les chiffres qui précèdent, avoir eu une certaine influence. Ce fait, s'il n'est pas accidentel, pourrait peut-être s'expliquer en admettant que l'acide du superphosphate a pu agir sur le phosphate naturel. Il importe d'ailleurs de ne pas étendre les conclusions au delà des faits constatés. Le phosphate d'Orville employé seul n'a pas été assimilé dans les conditions de l'expérience, mais de nouveaux essais commencés cette année sembleraient indiquer que d'autres phosphates, celui de Pernes, par exemple, peuvent l'être dans ces conditions et que même le phosphate d'Orville peut le devenir si l'on arrose le sable avec de l'eau qui a séjourné sur une terre ordinaire, ce qui indiquerait un certain degré d'assimilabilité dans une terre normale.

Des expériences du même genre ont été entreprises sur betteraves en 1885 et en 1886. Elles ont été faites à l'usine de M. Dellisse

dans de grands bacs de sucrerie de plus d'un mètre cube de capacité, dans lesquels la betterave pouvait se développer librement. En représentant encore par 100 le rendement maximum, les résultats obtenus en 1885 peuvent se représenter ainsi :

Avec l'engrais complet à azote nitrique	100
— sans acide phosphorique	24
— sans azote	4
— complet à azote organique	80
— sans acide phosphorique	12
Aucun engrais	2

En tenant compte de la richesse saccharine, on trouve que la production du sucre, pour un même nombre de plantes, s'abaisse dans la proportion de 4 à 1 par la suppression de l'acide phosphorique dans l'engrais à azote nitrique, dans le rapport de 8 à 1 par sa suppression dans l'engrais à azote organique et dans la proportion de 16 à 1 par la suppression de l'azote.

En 1886, on obtient :

Avec l'engrais complet à superphosphate	100
— à scories phosphatées	51
— à phosphate insoluble	15
— sans acide phosphorique	3
Aucun engrais	0

Cette année, des expériences du même genre, faites toujours dans le même sable siliceux, ont été entreprises sur le blé, en juin, le poids relatif des plantes pouvait être ainsi représenté :

Avec engrais complet à superphosphate	100
— à phosphate insoluble (d'Orville)	19
— sans acide phosphorique	9
— sans azote	23

Le phosphate d'Orville, qui paraît avoir eu ici une légère action, était mêlé au sable depuis deux ans, les vases employés étant ceux qui avaient servi à l'œillette l'année précédente.

LETTRE DU Dr WARINGTON

Harpenden Hertz, 14 juillet 1889.

Cher Monsieur,

Ne pouvant assister au Congrès des chimistes agricoles qui se tiendra prochainement à Paris, je vous envoie aujourd'hui, à votre requête, quelques notes sur quelques-uns des sujets mis en discussion.

Expériences avec le phosphate de scories, sulfate d'ammoniaque, etc.

I.

Quelques expériences avec le phosphate de scories de Thomas ont été faites à Rothamsted pendant l'été de 1886. Le phosphate de scories était en poudre fine et, d'après mes analyses, renfermait 16.4 p. 100 d'acide phosphorique. On compara son effet avec celui d'un superphosphate minéral; les engrais furent appliqués à des turneps suédois (*Swedish turnips*).

Le sol du champ consistait en terre glaise (*loam*) lourde, mélangée à des cailloux. Voici quelle avait été la succession des récoltes antérieures : 1881, betteraves avec fumure de guano ; 1882, orge avec nitrate de soude et superphosphate ; 1883, trèfle ; 1884, blé avec nitrate de soude ; 1885, avoines avec nitrate de soude et superphosphate.

En 1886, le champ, à l'exception d'une partie restée sans fumure, recevait 37 661^{kg},983 d'engrais par hectare, la semence des turneps et les engrais phosphatés étaient ensuite semés en lignes. Afin d'éviter l'influence que pouvait exercer quelque irrégularité dans le sol, deux lignes fumées avec le phosphate de scories alternaient partout dans l'expérience avec deux sillons recevant du superphosphate.

Sur la parcelle I, on comparait l'effet de 1 004^{kg},319 de phosphate de scories et 251^{kg},0798 de superphosphate par hectare. Sur la parcelle II, on appliquait par hectare 753^{kg},239 de phosphate de scories et 251^{kg},0798 de superphosphate. Sur la parcelle III, 502^{kg},1597 de phosphate de scories et 251^{kg},0798 de superphosphate. Sur la parcelle IV, on appliquait de nouveau 502^{kg},1597 de phosphate de scories et 251^{kg},0798 de superphosphate, mais sans aucune autre fumure. Chaque parcelle avait environ 0^{h},8093 d'étendue.

On ne constata qu'une faible différence dans la germination de la semence. La plus grande quantité de phosphate de scories appliquée (1 004^{kg},319 par hectare) n'eut en apparence aucun effet nuisible sur les jeunes plantes. D'autre part, là où le superphosphate avait abandonné (*left*) la ligne dans une proportion extraordinaire, les jeunes plantes étaient distinctement endommagées. On ne percevait aucune différence notable entre les récoltes pendant la croissance ; mais après l'enlèvement du champ, les poids des racines par hectare furent les suivants :

Engrais appliqués et turneps suédois obtenus par hectare.
Rothamsted 1886.

	FUMURE. — Kilogr.		Kilogr.	DATE de la semaille. —	POIDS des racines. — Kilogr.
Parcelle I.	37 661,983	Scories. . . .	1004,319	29 mai	49 556,892
		Superphosphate.	251,0798	—	49 462,737
— II.	37 661,983	Scories. . . .	753,239	31 mai	44 692,219
		Superphosphate.	251,0798	—	43 405,434
— III.	37 661,983	Scories. . . .	502,1597	8 juin	42 966,0457
		Superphosphate.	502,1597	—	45 163,9947
— IV.	Pas de fumure	Scories. . . .	502,1597	—	23 099,3496
		Superphosphate.	251,0798	—	23 193,5045

Les scories et le superphosphate ont d'après cela un effet tout à fait semblable sur la récolte. Il ressort de là que 1^{kg},8136 de scories ont un effet équivalent à celui de 0^{kg},9068 de superphosphate minéral ; une quantité plus faible encore de scories aurait pu être suffisante. La présence ou l'absence de fumure paraît avoir exercé une grande influence sur la récolte.

Comme le sol de la ferme de Rothamsted a reçu pendant plu-

sieurs années des applications d'engrais phosphatés à fortes doses, on s'efforça de trouver dans le voisinage un champ placé dans des conditions plus pauvres, et par conséquent mieux approprié à un essai comparatif des différents engrais phosphatés. Cette recherche fut couronnée de succès. On entreprit une expérience avec les mêmes scories et pendant la même saison, sur la ferme de M. W. Field junior à Redbourne, à peu de milles de Rothamsted. Le sol de cette ferme est le même que celui de Rothamsted. La succession des récoltes sur ce champ d'expériences avait été la suivante : 1881, turneps suédois, avec fumure, mais pas de superphosphates ; 1882, orge ; 1883, sainfoin ; 1884, blé ; 1885, avoines. Cela avait été depuis cinq ans la dernière application d'engrais.

La dernière application de superphosphate avait été faite huit années auparavant. Sur ce champ des turneps furent récoltés après croissance sur sol fumé ; la plus grande partie du champ recevant 753^{kg},2396 de superphosphate minéral par hectare et 22 sillons recevant des scories à la dose de 1 004^{kg},319 par hectare, ces deux engrais étant semés à la volée.

Aucune différence n'apparut entre l'effet produit par les deux engrais au moment de la germination de la semence, mais au moment du développement des plantes, celles fumées avec le superphosphate semblèrent avoir d'une façon marquée une plus grande vigueur que celles fumées avec les scories.

Quand la saison fut plus avancée, la supériorité relative du superphosphate diminua évidemment. Les poids des racines par hectare obtenus à la fin des expériences furent les suivants :

Engrais appliqués et turneps suédois obtenus par hectare, Redbourne 1886.

		POIDS des racines.
	Kilogr.	Kilogr.
Scories.	1 004,3195	30 788,671
Superphosphates	753,2396	30 223,7414

Ainsi, à l'époque de la moisson, le phosphate de scories a un effet à peu près équivalent à celui du superphosphate, au point de vue de la production.

Ces expériences ne montrent pas quelles quantités de scories et de superphosphates produisent un effet équivalent, mais elles démontrent d'une façon décisive la grande valeur des scories appliquée aux navets, comme engrais phosphaté.

Depuis ces expériences, les scories Thomas ont été appliquées comme engrais à l'orge et aux avoines sur la ferme de Rothamsted (en même temps que du nitrate de soude) et ont donné de très bons résultats.

II.

J'ai discuté la valeur comparative du sel ammoniacal et du nitrate de soude dans une publication parue cette année, dont je vous envoie un exemplaire. Une traduction française en a paru en mai 1889 dans les *Annales agronomiques*.

III.

Les expériences de Rothamsted fournissent différentes explications de l'effet des sels de potasse sur les différentes récoltes. L'emploi du sulfate de potasse produit certainement un effet très avantageux dans le cas du trèfle, de l'herbe de prairie, du blé et des betteraves. Il ne produit pas un effet distinct sur l'orge, ni sur les pommes de terre ; avec cette dernière récolte pourtant il ne peut exister de comparaison qu'entre le superphosphate seul et le superphosphate, les sulfates de potasse, de soude et de magnésie.

Effet de l'engrais potassique sur l'herbe de prairie, à Rothamsted.

PARCELLES.	FUMURE PAR HECTARE.	PRODUIT moyen de 12 années.
—	—	—
		Kilogr.
7	560^{kg},446 de sulfate de potasse avec sulfates de soude, magnésie et superphosphate	5 633,587
8	Même fumure sans potasse	3 734,813
9	560^{kg},446 de sulfate de potasse, avec sulfates de soude, magnésie, ammoniaque et superphosphate	7 987,466
10	Même fumure sans potasse	6 779,1569

Effet de l'engrais potassique sur le blé, à Rothamsted.

PARCELLES.	FUMURE PAR HECTARE.	PRODUIT MOYEN de 36 années. Grains.	Paille.
—	—	—	—
		Hectol.	Kilogr.
13	224^{kg},178 de sulfate de potasse avec sel de superphosphate d'ammoniaque.	28,298	3 970,188
11	Même fumure sans potasse	22,904	3 044,3436

Effet de l'engrais potassique sur les betteraves, à Rothamsted.

PARCELLES.	FUMURE PAR HECTARE.	POIDS MOYEN des tubercules de 9 années.
—	—	—
		Kilogr.
6	560^{kg},446 de sulfate de potasse avec superphosphate . . .	11 549,67
5	Même fumure, sans potasse.	12 637,68
6N	560^{kg},446 de sulfate de potasse, superphosphate et nitrate de soude	40 361,089
5N	Même fumure, sans potasse	39 921,702
6A	560^{kg},446 de sulfate de potasse, superphosphate et sel ammoniacal	35 490,57
5A	Même fumure, sans potasse	22 455,938
6AC	560^{kg},446 de sulfate de potasse, superphosphate, ammoniaque et tourteau de colza.	56 351,72
5AC	Même fumure sans potasse.	29 988,335

On observera que, quand il n'y a pas d'application d'engrais azoté, le sulfate de potasse ne produit pas d'accroissement dans le poids de la récolte ; il y a pas non plus un effet distinct quelconque quand on emploie le nitrate de soude. Mais pourtant lorsqu'on applique en même temps, comme engrais azotés, les sels d'ammoniaque, l'ammoniaque et le tourteau de colza, la potasse a un grand effet : dans le dernier cas il double presque la récolte. Il est probable que l'emploi du nitrate de soude met en liberté la potasse contenue dans le sol, et de cette façon rend la récolte indépendante des engrais potassiques.

RECHERCHES SUR LA CULTURE DE LA BETTERAVE A SUCRE

Par A. Petermann
Directeur de la station agronomique de l'État à Gembloux.

Essais sur l'application du chlorure de potassium à la betterave à sucre en terre forte.

Une récolte de 40 000 kilogr. de betteraves à sucre enlève au sol qui l'a produite environ 64 kilogr. d'azote, 32 kilogr. d'acide phosphorique et 156 kilogr. de potasse [1].

La proportion considérable de ce dernier élément a, dès les premières étapes de l'emploi des engrais artificiels, attiré l'attention des agronomes sur la nécessité de restituer sous forme de sels alcalins la potasse enlevée au sol.

Mais les résultats obtenus n'ont guère été conformes aux prévisions ; il suffit, en effet, de parcourir les traités spéciaux et d'examiner surtout le résumé si complet, publié par Märcker [2], de presque tous les essais de fumure à l'aide de sels de potasse exécutés en Allemagne, en France et en Angleterre, pour se convaincre qu'il n'existe peut-être pas de question de chimie agricole sur laquelle l'accord soit si peu fait que sur celle de l'application comme engrais des sels potassiques.

Malgré toutes les contradictions dans les résultats obtenus par les divers expérimentateurs, un fait est néanmoins fréquemment observé dans ces recherches : c'est l'effet nuisible exercé par les sels de potasse et particulièrement par le chlorure de potassium sur la production de la fécule dans la pomme de terre et sur celle du sucre dans la betterave. « Il faut, dit Wolff, être circonspect lors de l'emploi des engrais potassiques, tout particulièrement à la betterave à

1. *La Composition moyenne des principales plantes cultivées,* par A. Petermann. 3e édition.

2. *Die Kalisalze und ihre Anwendung in der Landwirthschaft.*

sucre, afin d'éviter leur action nuisible sur la qualité du produit principal[1]. »

Il ressort aussi de beaucoup d'études publiées sur la question qui nous occupe que ce n'est pas chez les plantes de la grande culture les plus riches en potasse, que la végétation est le plus favorisée par l'application de sels potassiques.

La richesse naturelle en potasse du sol arable ne suffit pas pour expliquer cette contradiction entre les déductions de la théorie et les résultats de la pratique. Il est vrai, d'une part, que la majorité des terres affectées à la culture de la betterave à sucre sont relativement riches en potasse : Märcker a constaté dans la province de Saxe 0.97 à 2.34, Joulie dans l'Oise et le Nord 0.66 à 3.6, Nantier dans la Somme 1.00, Grandeau et nous dans les terres noires de Podolie 1.3 à 3.3 de potasse pour mille et le sol sablo-argileux de Gembloux nous en a donné 0.76 pour mille. Mais on sait, d'autre part, que ces titres représentent la proportion de potasse soluble dans l'acide chlorhydrique, réactif énergique qui met naturellement en solution non seulement la partie immédiatement assimilable, mais aussi une partie au moins de la réserve du sol.

Les chimistes agricoles — et Wagner insiste beaucoup sur ce point dans ses écrits — ont donc été amenés par la force des choses à attribuer à certaines plantes une aptitude toute spéciale à retirer la potasse qui leur est nécessaire, même des combinaisons les plus insolubles et de dissolutions très diluées. Dans ce cas, une fumure *directe* avec un engrais potassique peut donc être inutile et il serait plus rationnel d'appliquer les sels de potasse en excès à la récolte précédente. Tout en évitant l'action nuisible de certaines combinaisons potassiques, on respecterait la loi de la restitution. Ceci est en effet indispensable : les besoins de la betterave en cet élément sont très grands et M. Kohlrausch et nous[2], avons reconnu, dans des essais de culture établis dans un sol artificiel exempt de potasse, que la formation du sucre est en rapport avec la quantité de cet élément ajoutée. L'utilité de la potasse comme élément nutritif n'est donc

1. *Les Engrais*. Traduction de A. Damseaux.
2. *Organ des Vereins für Rübenzucker-Industrie*, 1872.

pas en cause, mais la question est de savoir quels sont l'état chimique et le mode d'application le plus convenables pour fournir à la betterave la potasse qui lui est nécessaire pour sa croissance normale.

Tel était à peu près l'état de nos connaissances en cette matière depuis la publication du travail de Märcker cité plus haut.

L'importance que possède cette question pour la production de la betterave en Belgique, où cette culture se fait presque exclusivement en sol argilo-sablonneux et sablo-argileux, nous a engagé à contribuer par des essais personnels à élucider les doutes qui existent sur l'efficacité des engrais potassiques.

La première question que nous nous sommes posée est celle-ci : *Le chlorure de potassium convient-il pour être employé directement à la betterave à sucre en sol sablo-argileux en bon état de culture?*

Ces essais ont été entrepris en 1883 et 1884.

Quoique les résultats auxquels nous étions arrivé pendant ces deux années fussent suffisamment concordants, nous avons voulu, avant de les publier, les contrôler par une troisième année d'expériences. C'est ce qui a pu être fait seulement en 1887, les champs d'expériences étant occupés en 1885 par l'étude d'autres questions.

Expériences de 1883[1].

Champ d'expériences établi à Gembloux, sol sablo-argileux. Surface des parcelles : $6^{m},40/14^{m},60 = 93^{m^2},44$.

16 lignes à 58 poquets, soit 928 plants, nombre qui a été maintenu pendant toute la durée de l'expérience, en procédant à deux reprises différentes au repiquage des quelques betteraves manquantes.

Variété : Breslau acclimatée par Vilmorin.

Dose et compostion des engrais à l'hectare (point de fumier de ferme).

Fumure principale :

500 kilogr. de nitrate de soude (15.53 p. 100 d'azote nitrique).

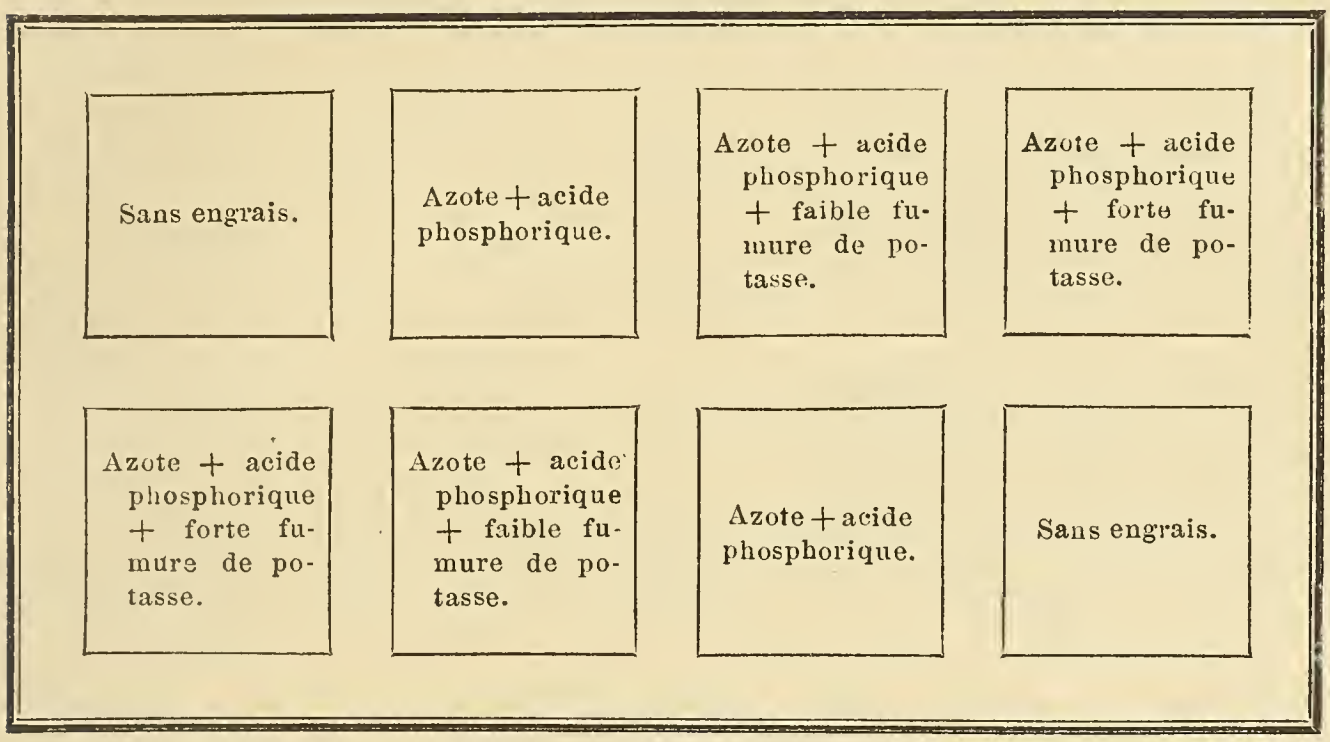
1. Nous avons exécuté les expériences de 1883 et 1884 avec le concours de M. Warsage, actuellement directeur du laboratoire agricole de l'État, à Mons, et de M. de Marneffe, préparateur-chimiste. Le premier a été chargé de la surveillance des opérations culturales, le second, des analyses.

800 kilogr. de superphosphate de chaux (14.51 p. 100 d'acide phosphorique anhydre soluble dans le citrate d'ammoniaque alcalin).

Fumure additionnelle :

Ire série. — 144kg,7 de chlorure de potassium (51.84 p. 100 de potasse anhydre soluble dans l'eau) = 75 kilogr. de potasse à l'hectare. — IIe série. — 289kg,4 de chlorure de potassium = 150 kilogr. de potasse à l'hectare.

Les engrais ont été semés à la volée le 24 avril et enterrés ensuite à la bêche à la profondeur de 20 centim. La disposition des carrés d'essais est figurée sur le plan suivant :



25 avril : Plantation. — 8 mai : Commencement de la levée. — 16 mai : Levée complète. — 22 mai : Premier binage. — 8 juin : Second binage et démariage. — 10 octobre : Récolte.

Eau tombée du 26 avril au 10 octobre : 404mm,5. — Durée de la végétation : 155 jours. — Les racines sont restées un jour étalées sur le sol, elles ont été soigneusement nettoyées et pesées ensuite. La quantité de terre restée adhérente, malgré le nettoyage, a été déterminée pour chaque parcelle isolément et l'on a tenu compte de l'influence exercée par les betteraves des bords des parcelles, qui sont toujours plus fortes que celles de l'intérieur[1].

1. Nous avons établi, lors des expériences antérieures, que cette influence produit pour des parcelles d'un are une augmentation d'environ 2 p. 100 de la récolte totale.

Rendement en kilogr. et richesse saccharine des betteraves du champ d'expériences de 1883.

	FEUILLES par hectare.	RACINES par hectare.	RAPPORT des racines aux feuilles.	SUCRE p. 100 de betteraves.	SUCRE produit à l'hectare en kilogr.
	—	—	—	—	—
			1 :		
1ª Sans engrais.	25,685	47,827	0.54	11.26	»
1ᵇ —	23,758	50,792	0.47	11.67	»
Moyennes. . . .	24,722	49,310	0.51	11.47	5,656
2ª Azote + acide phosphorique .	40,203	66,027	0.61	12.66	»
2ᵇ — — .	36,210	61,873	0.58	12.51	»
Moyennes. . . .	38,207	63,950	0.60	12.59	8,051
3ª Azote + acide phosphorique + faible fumure de potasse.	34,835	66,074	0.53	11.48	»
3ᵇ Azote + acide phosphorique + faible fumure de potasse.	32,106	64,554	0.50	11.90	»
Moyennes. . . .	33,471	65,314	0.52	11.69	7,635
4ª Azote + acide phosphorique + forte fumure de potasse.	33,604	66,748	0.50	10.62	»
4ᵇ Azote + acide phosphorique + forte fumure de potasse.	31,571	65,871	0.48	10.40	»
Moyennes. . . .	32,588	66,310	0.49	10.51	6,969

Expériences de 1884.

Les essais de 1884 ont été disposés absolument comme ceux de 1883. Les parcelles se trouvaient dans le même champ à côté de l'emplacement occupé par l'expérience de l'année précédente.

Variété : Klein Wanzleben originale (Rabbethge et Giesecker). Mêmes engrais et même proportion qu'en 1883.

19 avril : Les engrais ont été semés à la volée et enterrés ensuite à la bêche à la profondeur de 20 centim. — 21 avril : Plantation.— 6 mai : Levée des parcelles sans engrais. — 8 mai : Levée des autres parcelles. — 14 mai : Premier binage. — 26 mai : Second binage, éclaircissage. — 13 juin : Dernier binage et démariage. — Récolte le 27 octobre, après une durée de la végétation de 174 jours.

Eau tombée du 21 avril au 27 octobre : 401 millim.

Rendement en kilogr. et richesse saccharine des betteraves du champ d'expériences de 1884.

	FEUILLES par hectare.	RACINES par hectare.	RAPPORT des racines aux feuilles.	SUCRE p. 100 de betteraves.	SUCRE produit à l'hectare en kilogr.
	—	—	—	—	—
			1 :		
1ª Sans engrais	25,620	52,711	0.49	11.55	»
1ᵇ —	24,212	49.320	0.49	11.81	»
Moyennes. . . .	24,916	51,016	0.49	11.68	5,959
2ª Azote + acide phosphorique .	41,165	69,829	0.59	12.42	»
2ᵇ — — .	38,940	65,185	0.60	12.45	»
Moyennes. . . .	40,053	67,507	0.60	12.44	8,398
3ª Azote + acide phosphorique + faible fumure de potasse.	40,205	70,953	0.57	11.78	»
3ᵇ Azote + Acide phosphorique + faible fumure de potasse.	37,500	67,481	0.56	11.94	»
Moyennes. . . .	38,853	69,217	0.57	11.86	8,209
4ª Azote + acide phosphorique + forte fumure de potasse.	43,004	68,906	0.62	11.57	»
4ᵇ Azote + acide phosphorique + forte fumure de potasse.	44,884	72,629	0.62	11.37	»
Moyennes. . . .	43,944	70,768	0.62	11.47	8,117

Expériences de 1887[1].

Le champ est celui qui a servi précédemment aux essais de 1884. Depuis, il a porté, sans engrais, en 1885 des féveroles et en 1886 du froment, afin d'épuiser le sol en arrière-engrais et de rendre les parcelles homogènes sous ce rapport et partant comparables. Tout le champ a été bêché en novembre 1886. — Surface des parcelles : $6^{m},40/14^{m},84 = 95^{m2}$.

Dose et composition des engrais à l'hectare (point de fumier de ferme).

Fumure principale :

400 kilogr. de nitrate de soude (15.51 p. 100 d'azote nitrique).

1. Nous avons été assisté dans les essais de 1887 par M. de Marneffe, qui s'est occupé particulièrement du champ, et par M. Graftiau, qui a exécuté les analyses des engrais et des betteraves.

819 kilogr. de superphosphate (12.21 p. 100 d'acide phosphorique anhydre soluble dans le citrate d'ammoniaque alcalin).

Fumure additionnelle :

75 kilogr. de potasse anhydre à l'hectare donnés, dans deux essais, à l'état de chlorure de potassium (titrant 48.39 p. 100 de potasse anhydre soluble dans l'eau) ; dans deux autres, à l'état de sulfate de potassium (titrant 47.54 p. 100 de potasse anhydre soluble dans l'eau).

Les engrais ont été appliqués le 4 avril ; semés à la volée, ils ont été enterrés ensuite à la bêche à 20 centim. de profondeur. Le champ a été ensuite hersé et roulé. La disposition des carrés d'essais était la suivante :

Sans engrais.	Azote + acide phosphorique.	Azote + acide phosphorique + potasse à l'état de chlorure.	Azote + acide phosphorique + potasse à l'état de sulfate.
Azote + acide phosphorique + potasse à l'état de sulfate.	Azote + acide phosphorique + potasse à l'état de chlorure.	Azote + acide phosphorique.	Sans engrais.

19 avril : Plantation à raison de 36 kilogr. de graine à l'hectare Variété : Impériale blanche, reproduction de MM. Montois et Minet, à Lille. Chaque parcelle de 95^{m2} comptait 15 lignes à 40 centim. de distance et 79 poquets à 0^{m},183 de distance moyenne, soit 1185 plants par parcelle. — 2 mai : Commencement de la levée. — 4 mai : Toutes les lignes sont bien marquées. — 6 mai : Levée complète et très régulière. — 10 mai : Premier binage. — 1er juin : Deuxième binage et démariage. La longue période de sécheresse qui a régné en 1887 à partir de cette époque, a arrêté le développement des betteraves, mais elles ont traversé heureusement cette

crise et vers la mi-juillet, l'essai pouvait être considéré comme réussi. — 24 octobre : Récolte après une végétation de 175 jours ; hauteur de pluie pendant l'expérience : 360 millim., donc moins qu'en 1883 et qu'en 1884. La pesée des betteraves ayant dû être faite pendant une période de pluie, nous avons été obligé de renoncer à prendre le poids des feuilles, celles-ci étant trop mouillées. L'analyse des betteraves a été faite par l'épuisement alcoolique.

Rendement en kilogr. et richesse saccharine des betteraves du champ d'expériences de 1887.

	RACINES par hectare.	SUCRE p. 100 de betteraves.	SUCRE produit à l'hectare.
1ª Sans engrais	42,369	»	»
1ᵇ —	45,494	»	»
Moyennes	43,932	14.53	6,384
2ª Azote + acide phosphorique	46,764	»	»
2ᵇ — —	49,365	»	»
Moyennes	48,065	15.00	7,210
3ª Azote + acide phosphorique + potasse comme chlorure	48,664	»	»
3ᵇ Azote + acide phosphorique + potasse comme chlorure	49,465	»	»
Moyennes	49,065	14.03	6,884
4ª Azote + acide phosphorique + potasse comme sulfate	49,116	»	»
4ᵇ Azote + acide phosphorique + potasse comme sulfate	49,211	»	»
Moyennes	49,164	14.32	7,040

Discussion des expériences de 1883, 1884 et 1887.

En examinant les chiffres des trois tableaux précédents, on constate tout d'abord, comme dans toutes nos recherches antérieures, l'excellent effet produit sur la betterave à sucre par un mélange de nitrate de soude et de superphosphate de chaux; le rendement comme la richesse ont été des plus favorablement influencés.

	1883.	1884.	1887. Année sèche.
	—	—	—
Augmentation du rendement en kilogr. à l'hectare.	14,640	16,491	4,133
— de la richesse en p. 100 de la betterave.	1.12	0.76	0.47

Passons maintenant au point principal que nous avons cherché à élucider dans cette étude : Quelle a été l'influence de l'addition de chlorure de potassium à la formule-type de superphosphate azoté ?

La comparaison des parcelles « azote + acide phosphorique » avec les parcelles « azote + acide phosphorique + potasse » nous fournit les résultats suivants :

	1883.	1884.	1887. Année sèche.
	—	—	—
Augmentation du rendement en kilogr. à l'hectare produit par 75 kilogr. de potasse	1,364	1,710	1,000
Augmentation du rendement en kilogr. à l'hectare produit par 150 kilogr. de potasse.	2,360	3,261	»

Le surcroît de récolte obtenu par l'emploi de la potasse est peu important ; il atteint pour la *faible fumure* de potasse respectivement 2.1, 2.5 et 2.2 p. 100 et pour la *forte fumure* 3.7 et 4.8 p. 100. Mais, quoique ces augmentations de poids tombent encore dans les limites des écarts que l'on observe dans des expériences de culture pour des parcelles identiquement traitées, nous n'hésitons pas à les attribuer à la potasse, vu la régularité avec laquelle elles se sont produites dans tous nos essais. Nous rencontrons, en effet, cette majoration de la récolte dans toute la série des expériences pour les trois variétés de betteraves employées et dans trois années d'essais.

Si un effet favorable du chlorure de potassium sur la production nous paraît indiscutable, l'application de cette matière fertilisante a produit, d'autre part, une dépression de l'élaboration saccharine. Le relevé suivant l'établit nettement :

	1883.	1884.	1887.
	—	—	—
Richesse saccharine des betteraves sans engrais	11.47	11.68	14.53
— — au superphosphate nitrique sans fumure potassique au chlorure	12.59	12.44	15.00
Richesse saccharine des betteraves au superphosphate nitrique avec faible fumure potassique au chlorure	11.69	11.86	14.03
Richesse saccharine des betteraves au superphosphate nitrique avec forte fumure potassique au chlorure	10.51	11.47	»

La diminution de la richesse sous l'influence de l'engrais potassique est très sensible. La fumure de 150 kilogr. de chlorure de potassium a même, pendant les années humides, complètement annulé l'effet favorable exercé sur la formation du sucre par une application de superphosphate azoté à dose raisonnable.

Porté à 300 kilogr. à l'hectare, le chlorure de potassium fait même descendre le titre en dessous de la richesse de la betterave produite sans aucun engrais. En 1887, année excessivement sèche, une dose de 150 kilogr. de chlorure de potassium a déjà occasionné le même effet nuisible : abaissement de la richesse en dessous de celle des betteraves sans engrais. Le chlorure de potassium a donc été dans nos essais manifestement nuisible à la formation du sucre.

Cette dépression de la richesse saccharine constatée dans tous nos essais est-elle compensée au moins par l'accroissement en poids de la récolte ? Nullement.

Le but de la culture betteravière étant évidemment de produire au plus bas prix possible le plus de sucre à l'hectare, c'est naturellement à ce point de vue surtout que nous devons apprécier les résultats de nos recherches.

Kilogrammes de sucre produit à l'hectare.

	1883.	1884.	1887.
Moyenne des parcelles sans engrais.	5 656	5 959	6 384
— au superphosphate nitrique.	8 051	8 398	7 210
— au superphosphate nitrique + 75 kilogr. de potasse	7 635	8 209	6 884
Moyenne des parcelles au superphosphate nitrique + 150 kilogr. de potasse	6 969	8 117	»

Il est donc incontestable que dans nos expériences la fumure potassique a constitué en perte, que l'on peut aisément traduire en argent lorsqu'on compte le chlorure de potassium à 20 fr. les 100 kilogr., frais de port et d'application compris, et la betterave au prix de 20 fr. les 1000 kilogr. titrant 11 p. 100 avec majoration ou diminution de 3 fr. par kilogr. de sucre en plus ou en moins.

Essais avec 150 kilogr. de chlorure de potassium à l'hectare.

	1883.	1884.	1887.
Frais de fumure.	30f,00c	30f,00c	30f,00c
Dépréciation de la récolte.	142 56	78 85	110 78
Perte totale	172f,56c	108f,85c	140f,78c

Ces chiffres sont naturellement plus élevés encore pour les deux séries à 300 kilogr. de chlorure de potassium.

Nous avions au commencement de 1887 l'intention d'étendre nos recherches à d'autres sels de potasse, particulièrement au sulfate et au phosphate. Ces essais doivent nécessairement être établis à côté d'essais au chlorure, mais notre champ étant occupé par une étude sur les scories de déphosphoration, commencée déjà avant l'hiver de 1887, nous n'avons pu consacrer que deux parcelles au sulfate de potasse. L'effet produit ne diffère guère de celui obtenu par le chlorure : légère augmentation du rendement, mais diminution de la richesse saccharine, un peu moins sensible pourtant que celle produite par la potasse à l'état de chlorure. Comme nous n'avons encore que l'expérience d'une seule année, nous ne nous y arrêterons pas et nous ne citons l'essai qu'à titre de simple renseignement.

Nous pensons pouvoir résumer de la manière suivante les conclusions a tirer des recherches dont nous venons de rendre compte :

Dans le sol sablo-argileux du champ d'expériences de Gembloux, renfermant 0.78 pour mille de potasse anhydre soluble dans l'acide chlorhydrique, le chlorure de potassium, additionné au superphosphate nitrique, à la dose de 75 et de 150 kilogr. de potasse à l'hectare, a faiblement augmenté le poids de la récolte de la betterave, et cela dans trois années d'expérimentation avec diverses variétés. Mais cet engrais potassique a exercé une dépression de la richesse saccharine si sensible que, malgré l'augmentation du rendement, le poids du sucre produit à l'hectare s'est considérablement abaissé et a constitué cette culture en perte.

Conformément à nos recherches antérieures, la fumure de 400 à 500 kilogr. de nitrate de soude et de 800 kilogr. de superphosphate de chaux a été aussi, dans ces nouveaux essais, une source de béné-

fice, même très considérable dans les années relativement humides de 1883 et 1884.

Les résultats des recherches que nous venons de résumer sont assez concordants et concluants pour engager le producteur de betteraves à sucre, se trouvant dans les mêmes conditions de sol et de culture, à répéter nos essais.

Préoccupés de la teneur en potasse de la betterave que la chimie leur enseigne et gagnés à la doctrine de la restitution, beaucoup de cultivateurs appliquent directement à la betterave à sucre des doses plus ou moins élevées de chlorure de potassium. Mais il me paraît maintenant plus que probable que dans beaucoup de cas cette fumure les constituera en perte sérieuse.

Le chlorure de potassium est-il nuisible également lorsqu'on l'applique avant l'hiver ou même à la récolte précédente, pratique qui permet d'espérer des doubles décompositions ayant pour résultat la descente vers les couches profondes des chlorures de sodium, de calcium et de magnésium, et l'absorption par les particules terreuses de la potasse à l'état de carbonate, de phosphate ou d'humate ? Faudra-t-il s'imposer l'achat de la potasse à l'état de sulfate, de carbonate, de phosphate ou même de nitrate, combinaisons dans lesquelles elle est cotée à un prix plus élevé que dans le chlorure ? Ce sont là des questions dont la solution est l'objectif de nos recherches actuellement en cours.

RELEVÉ DES ANALYSES DE BETTERAVES

FAITES A LA STATION AGRONOMIQUE DE GEMBLOUX PENDANT LA CAMPAGNE 1887-1888

Par A. Petermann
Directeur de la station agronomique de l'État, à Gembloux.

Nous publions, comme tous les ans, le relevé des analyses de betteraves à sucre faites pendant la campagne qui vient d'être terminée. Ces analyses se rapportent exclusivement à des échantillons de betteraves destinées au travail des fabriques, car on a éliminé de ce

tableau les analyses du champ d'expériences et de quelques échantillons de porte-graines.

Le tableau contient, classées par arrondissement, les analyses ayant donné le maximum et le minimum en sucre et la richesse saccharine moyenne, ainsi que le poids moyen des betteraves analysées.

Toutes ces analyses ont été exécutées d'après la méthode dite alcoolique[1].

On sait, en effet, qu'un grand progrès a été réalisé depuis un an en Belgique dans l'analyse de la betterave à sucre. L'ancienne méthode généralement employée, et qui était basée sur l'analyse du jus et au coefficient de 95, a été reconnue pour plusieurs motifs comme n'étant pas suffisammeut exacte et les laboratoires agricoles de l'État, plusieurs laboratoires privés et plusieurs sucreries l'ont remplacée par les méthodes directes (épuisement alcoolique, digestion alcoolique, digestion aqueuse) permettant de doser le sucre contenu dans un poids de pulpe donné. D'après les résultats obtenus pendant la campagne qui vient de se terminer, les méthodes alcooliques et tout particulièrement l'épuisement alcoolique ne laissent rien à désirer sous le rapport de la précision.

Nous n'avons cessé de le dire : l'achat sur analyse est la condition *sine quâ non* de la production de la betterave riche. Mais les intérêts considérables en jeu exigent une méthode d'analyse précise. Sous ce rapport, la méthode alcoolique est la vraie méthode « conciliatrice » dont l'adoption générale, croyons-nous, amènera la paix entre vendeurs et acheteurs.

PROVINCE DE BRABANT.

Arrondissement de Bruxelles.

Minimum.	9.85 p. 100 de sucre.
Maximum.	13.85 —
Moyenne de 22 analyses.	12.33 —
Poids moyen	592 grammes.

1. *L'Analyse de la betterave à sucre par la méthode alcoolique,* par A. Petermann. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique,* XIII, n° 6. — *Guide pratique pour l'analyse de la betterave à sucre par la méthode alcoolique,* par J. Graftiau. Bruxelles, Mayolez, 1887.

Arrondissement de Louvain.

Minimum	11.40	p. 100 de sucre.
Maximum	14.00	—
Moyenne de 10 analyses	12.82	—
Poids moyen	476 grammes.	

Arrondissement de Nivelles.

Minimum	9.50	p. 100 de sucre.
Maximum	15.20	—
Moyenne de 105 analyses	12.58	—
Poids moyen	502 grammes.	

PROVINCE DE HAINAUT.

Arrondissement de Charleroi.

Minimum	9.50	p. 100 de sucre.
Maximum	15.20	—
Moyenne de 41 analyses	12.86	—
Poids moyen	459 grammes.	

Arrondissement de Mons.

Une analyse	12.55	p. 100 de sucre.
Poids moyen	886 grammes.	

Arrondissement de Soignies.

Minimum	9.40	p. 100 de sucre.
Maximum	14.60	—
Moyenne de 176 analyses	12.42	—
Poids moyen	568 grammes.	

Arrondissement de Thuin.

Minimum	10.60	p. 100 de sucre.
Maximum	13.40	—
Moyenne de 25 analyses	12.23	—
Poids moyen	624 grammes.	

Arrondissement de Tournai.

Minimum	11.40	p. 100 de sucre.
Maximum	13.50	—
Moyenne de 7 analyses	12.48	—
Poids moyen	487 grammes.	

PROVINCE DE LIÈGE.

Arrondissement de Huy.

Minimum.	10.90 p. 100 de sucre.
Maximum.	13.97 —
Moyenne de 19 analyses.	12.46 —
Poids moyen	472 grammes

Arrondissement de Waremme.

Minimum.	10.15 p. 100 de sucre.
Maximum.	13.90 —
Moyenne de 73 analyses.	12.74 —
Poids moyen	578 grammes.

PROVINCE DE LIMBOURG.

Arrondissement de Tongres.

Minimum.	11.35 p. 100 de sucre.
Maximum.	13.05 —
Moyenne de 6 analyses	12.21 —
Poids moyen	432 grammes.

PROVINCE DE NAMUR.

Arrondissement de Namur.

Minimum.	10.70 p. 100 de sucre.
Maximum.	15.20 —
Moyenne de 207 analyses	12.70 —
Poids moyen	464 grammes.

RELEVÉ GÉNÉRAL.

Minimum.	9.40 p. 100 de sucre.
Maximum.	15.20 —
Moyenne de 692 analyses	12.59 —
Poids moyen	519 grammes.

L'ANALYSE DE LA BETTERAVE A SUCRE PAR LA MÉTHODE DITE « ALCOOLIQUE »[1]

Par A. PETERMANN, directeur de la Station agronomique de l'État, à Gembloux.

La détermination de la proportion de saccharose contenue dans la betterave à sucre, opération à première vue si simple, présente des difficultés sérieuses lorsqu'on veut atteindre un degré d'exactitude suffisant. Il est cependant indispensable que la limite des erreurs possibles ne dépasse pas 0.1 à 0.2 p. 100 de sucre en poids de la betterave ; tout particulièrement d'abord pour l'expérimentateur qui étudie l'élaboration du sucre sous l'influence de facteurs divers, et aussi pour le cultivateur et l'industriel qui demandent à l'analyse les données qui doivent servir de base à leurs transactions.

Ce n'est pas ici la place de m'étendre sur la situation actuelle de la production du sucre. J'ai du reste examiné cette question au point de vue cultural dans un travail publié il y a quelque temps[2].

Je désire seulement rappeler qu'en Belgique, comme d'ailleurs dans d'autres pays où l'impôt n'était pas perçu sur le poids de la betterave, la qualité de la matière première est restée pendant de longues années stationnaire. Dans son rapport sur la classe XI de l'Exposition universelle de Paris en 1855[3], M. Stas constatait que les betteraves ne renferment en moyenne que 9 à 10 p. 100 de sucre. Cette moyenne était encore la même à l'époque de la création de la première station agronomique belge (1872), et même vingt ans après le premier appel fait par M. Stas à la culture pour l'amélio-

---

1. Présenté à l'Académie royale des Sciences, dans sa séance du mois de mai 1887 par M. Stas.

2. *Bulletin de la Station agricole expérimentale de l'État à Gembloux*, n° 35. Janvier 1886.

3. *Rapport du Jury belge de l'Exposition universelle de Paris*. Bruxelles, 1856, p. 320.

ration de la betterave, la moyenne des analyses exécutées par moi à Gembloux ne dépassait pas 10.17 p. 100 en 1875 et 9.61 p. 100 en 1876.

La base de l'impôt n'ayant pas été modifiée, il fallait appliquer un autre stimulant pour arriver à l'amélioration de la betterave, sous peine de voir l'industrie sucrière, dont la prospérité est si intimement liée à celle de l'agriculture, succomber sous l'influence de la concurrence des pays plus favorisés. Ce stimulant, je l'ai indiqué il y a onze ans. Dans un travail que j'ai publié en février 1876, j'étais arrivé à cette conclusion : « De la part de l'agriculture, il s'agit « désormais de produire une betterave d'un titre plus élevé que le « titre moyen obtenu actuellement, et l'industrie doit payer la bet- « terave en raison de sa richesse saccharine et de sa pureté, c'est-à- « dire en se basant sur la valeur proportionnelle de la matière qu'on « lui offre. »

Cette mesure si simple et si équitable a eu les conséquences les plus heureuses. Appliquée d'une manière presque générale après une demi-douzaine d'années de lutte et d'hésitations, secondée par tous les efforts faits dans ces derniers temps pour relever l'instruction du cultivateur et par les sacrifices que se sont imposés un certain nombre d'industriels et de producteurs clairvoyants, cette mesure est la principale cause de l'amélioration sensible de la betterave à sucre réalisée dans les dernières années. De l'aveu de l'industrie même [1], la moyenne de la richesse saccharine de cette racine est maintenant, dans le pays, de 11 p. 100. Les fabriques ne sont pas rares où le titre moyen des betteraves achetées monte à 12 p. 100, et le chiffre moyen déduit de plusieurs centaines d'analyses faites à la Station agronomique de Gembloux a été en 1885 de 12.27 [2] et en 1886 de 12.41 [3].

L'établissement du prix de la matière première basé sur sa richesse en sucre cristallisable exige nécessairement l'application d'une méthode analytique précise et équitable pour les deux parties en jeu. La méthode généralement suivie jusque maintenant repose sur

1. Beauduin, *La Sucrerie belge,* 1er mars 1887, p. 255.
2. *Bulletin de la Station agricole expérimentale de l'État,* n° 35.
3. *Bulletin de la Station agricole expérimentale de l'État,* n° 38.

la détermination par voie optique du saccharose contenu dans le jus de la betterave extrait par pression de la racine réduite en pulpe. Le perfectionnement des polarimètres est arrivé à tel point qu'avec un bon instrument de Soleil-Ventzke (Schmidt et Haensch) ou de Laurent, l'opérateur exercé ne peut se tromper de plus de 0°,1 ou 0°,2. Sous ce rapport, l'essai polarimétrique du jus de betterave serait donc irréprochable.

Mais le cas est plus compliqué. Le jus de betterave doit être épuré à l'aide du sous-acétate de plomb, et le précipité produit occupe un certain volume. Quelque minime qu'il soit (d'après plusieurs chimistes, l'erreur due au précipité plombique est négligeable ; d'après d'autres, elle ne dépasse pas la limite de 1/100 du sucre trouvé)[1], il en résulte néanmoins un premier grief contre l'analyse du jus de betterave généralement usitée.

Mais il y a des griefs plus importants à faire valoir. On a admis pendant longtemps que le jus de betterave ne renfermait, en dehors du saccharose, aucune substance agissant sur le plan de polarisation de la lumière. Ou du moins, après la découverte dans le jus de betterave de l'acide glutanique et de l'acide aspartique, on s'était bercé de cette illusion que toutes les substances qui forment le « non-sucre » optiquement actif étaient précipitées ou rendues inactives par le traitement au sous-acétate de plomb. Les recherches de Champion et Pellet, de Sickel, de Landolt, de Becker, de Scheibler, de Stammer et d'autres, et tout particulièrement celles de Degener, ont démontré que ces substances ne sont que partiellement éliminées et que certaines d'entre elles (l'acide malique, l'acide arabique), précipitées par le sous-acétate de plomb, se redissolvent dans l'excès du réactif, même lorsque celui-ci ne dépasse pas 1/10 du volume, quantité habituellement employée dans l'analyse du jus de betterave. L'erreur due à la présence de ces matières s'aggrave encore par le fait que l'asparagine, l'acide aspartique et l'acide arabique, déviant à gauche le plan de polarisation de la lumière, voient transformer leur pouvoir lévogyre en une polarisation à droite sous l'influence du sous-

1. D'après Sachs, il faudrait retrancher 0.1 du sucre contenu dans 100 grammes de jus; d'après Sidersky, 0.17.

acétate de plomb. L'exactitude du dosage optique du sucre dans la betterave peut être influencée par ces réactions jusqu'à + 0.5 p. 100 et même au delà.

Il est vrai que tout le « non-sucre » optiquement actif n'agit pas de façon à augmenter la polarisation due au saccharose, car l'albumine végétale qui n'est pas précipitée par le sous-acétate de plomb dévie toujours à gauche, même après l'action de ce réactif, et que la saccharine perd de son pouvoir dextrogyre au contac du sel plombique.

Toutefois, on est loin de pouvoir compter sur une compensation de l'effet produit dans l'un ou dans l'autre sens par ces divers corps, la plupart encore peu étudiés. Il en résulte que la présence du « non-sucre » optiquement actif donne lieu à de sérieuses critiques du dosage du sucre dans le jus de betterave par voie polarimétrique.

Ce n'est pas le seul grief que l'on puisse adresser à la méthode actuellement employée pour l'analyse de la betterave. Le poids du sucre déterminé dans le jus doit être rapporté au poids de la betterave. Le coefficient employé actuellement pour ce calcul est 0.95. Le chiffre de 95 p. 100 est en effet le taux moyen de jus que l'on obtient lorsqu'on analyse un certain nombre de betteraves de différentes variétés, riches et pauvres, par l'une ou l'autre des méthodes indirectes (méthode du marc, de Grouven-Stammer, de Sachs), le dosage direct du jus par la pression la plus puissante étant irréalisable. C'est ainsi que 39 dosages de jus faits dans mon laboratoire en 1874, 1884 et 1885[1], d'après la méthode Stammer, sur des betteraves de différentes variétés et produites dans des conditions diverses de culture, ont donné une moyenne de 95.26 p. 100[2] avec un maximum de 97.52 et un minimum de 92.23. L'écart entre le minimum et le maximum est sensible, et l'on comprend que les

1. *Bulletin de la Station agricole expérimentale de l'État*, n° 35. Juillet 1886.

2. Les belles recherches de M. Aimé Girard sur le développement de la betterave à sucre (*Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*. 1886. Tomes CII et CIII) l'ont conduit à cette conclusion que, quelle que fût la richesse de la variété étudiée, l'eau et le sucre se remplaçaient mutuellement et formaient une somme représentant au moins 94 p. 100 du poids de la souche, ce qui ferait, en ajoutant 2 p. 100 de « non-sucre », 96 p. 100.

variations constatées dans le taux de jus peuvent sérieusement compromettre l'exactitude de l'analyse de la betterave basée sur le coefficient fixe de 0.95.

Comme il est impossible de procéder dans chaque analyse de betteraves au dosage du jus, opération lente, délicate et au surplus toujours aléatoire, comme d'autre part j'ai démontré, dans le travail précité, qu'il n'existe pas de relation constante entre le taux de sucre et celui de jus, qu'il n'y a par conséquent pas moyen d'établir une espèce d'échelle de coefficients, en attribuant à la richesse saccharine ascendante un taux en jus descendant, le chimiste se trouve dans l'alternative de continuer à se servir d'un coefficient quelquefois vrai, souvent faux, mais qu'il sait toujours incertain, ou d'abandonner complètement toute méthode d'analyse dans laquelle intervient comme facteur le taux du jus.

Entre ces deux alternatives, il n'y a pas à hésiter si l'on veut donner à l'analyse de la betterave à sucre une base réellement scientifique.

Les griefs que je viens de résumer et que l'on fait valoir contre la détermination du sucre basée sur l'analyse du jus, ont engagé les hommes de science s'occupant de recherches de chimie et de physiologie concernant la betterave à sucre, à opérer souvent déjà la détermination du sucre en analysant non le jus, mais la racine[1]; mais c'est à Scheibler que revient le grand mérite d'avoir donné à l'analyse directe une base scientifique, tout en assurant à sa méthode une exécution facile, permettant son emploi dans l'analyse courante de la betterave.

Appliquée depuis quelques années déjà par-ci par-là en Allemagne, et tout particulièrement à la Station agronomique de Halle a/S., dirigée par M. Maercker, je crois être le premier en Belgique qui ait proposé de rompre avec les anciens errements. En janvier 1886[2], j'écrivais en effet : « La discussion sur l'application de tel ou tel coefficient dans l'analyse de la betterave est, d'ailleurs, sur le point

1. C'est ainsi que nous avons opéré, M. Kohlrausch et moi, en 1870 et 1871, lors de l'exécution de nos *Vegetationsversuche mit Zuckerrüben* (*Organ des Vereins für Rübenzuckerindustrie,* 1872).

2. *Bulletin de la Station agricole expérimentale de l'État,* n° 35, p. 21.

de perdre de son intérêt. Il ne faut pas être prophète pour prévoir que l'analyse de la betterave par son jus sera, d'ici à quelques campagnes, complètement abandonnée et remplacée par le dosage du sucre dans la racine... Il n'y a plus de doute que la méthode de la polarisation de l'extrait alcoolique devienne celle de l'avenir... Son adoption supprimerait tout d'un coup l'application d'un coefficient quelconque ou le dosage du jus, tout en éliminant la faute commise dans l'analyse ordinaire, résultant de la présence de matières qui, sans être sucre, agissent néanmoins sur le plan de polarisation de la lumière. » D'autres spécialistes se sont ralliés plus tard à cette opinion.

J'annonçais, à la fin du travail que je viens de citer, que j'avais commencé une étude sur l'analyse de la betterave par la méthode alcoolique. Ayant, depuis la fin de 1885, l'intention de proposer cette méthode comme base des transactions relatives à la betterave à sucre, je n'ai pas voulu accepter cette responsabilité avant d'avoir acquis par des essais personnels suffisamment nombreux tous mes apaisements sur ce procédé, quoique plusieurs chimistes, et tout particulièrement Tollens[1] dans un travail remarquable, aient sanctionné le principe de la méthode de Scheibler. Ce sont ces essais que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. Ils sont, dans leur première partie, une vérification et, en plusieurs points, le complément des recherches de Tollens[2].

Les pages précédentes ne sont à considérer que comme introduction au compte rendu de ces recherches, comme un exposé de la situation de la question, destiné aux chimistes qui ne s'occupent pas continuellement de ce genre d'analyses.

Ce travail a été entrepris en commun avec M. l'ingénieur Graftiau, préparateur-chimiste à la Station agronomique, auquel j'adresse mes remerciements pour le concours intelligent qu'il m'a prêté.

---

1. *Zeitschrift,* 30, 484.

2. Nous recommandons aux chimistes qui ne possèdent pas les travaux originaux sur cette matière, ou qui ne lisent pas l'allemand, le résumé très complet de cette question publié dans la *Revue universelle des progrès de la fabrication du sucre,* par Sachs, années 1883-84, et le travail de M. R. R. dans la *Sucrerie belge,* 1887, n° 11.

CHAPITRE Ier

La méthode de Scheibler et les modifications qu'elle a subies reposant en principe sur le traitement par l'alcool d'un poids donné de pulpe de betterave, la première question à résoudre est celle-ci :

Le pouvoir rotatoire du saccharose est-il le même en solution alcoolique qu'en solution aqueuse ?

Le sucre qui a servi aux essais a été obtenu de la manière suivante : on a dissous 3 kilogr. de sucre blanc du commerce dans l'eau distillée chaude. On a provoqué la cristallisation de la solution saturée et filtrée à chaud, en la refroidissant fortement et en la remuant énergiquement à l'aide d'une spatule de porcelaine, après y avoir ajouté de l'alcool absolu dans la proportion d'un quart environ du volume du sirop. La masse de très fins cristaux obtenue a été jetée sur un grand entonnoir dans la douille duquel se trouvait un entonnoir plus petit portant un petit filtre uni. Nous avons évité ainsi le contact du sucre avec le papier. Après avoir égoutté d'abord et lavé ensuite les cristaux à l'alcool, en provoquant une forte succion au moyen de la trompe à eau de Bunsen, on les a étalés dans de larges capsules de porcelaine et desséchés dans l'étuve de Gay-Lussac. Après avoir mélangé intimement toute la masse et écrasé les grumeaux, le sucre a été desséché de nouveau, puis introduit dans un flacon fermé à l'émeri.

Le sucre ainsi préparé ne laissait à l'incinération point de cendre pondérable. Il perdait encore, desséché à l'étuve à air et à régulateur, à une température de 100 à 102 degrés centigr., 0.19 p. 100 d'eau.

Les polarimètres employés étaient le saccharimètre Soleil-Ventzke (Schmidt et Haensch) et le saccharimètre Laurent à pénombre, dont les échelles étaient soigneusement vérifiées.

Nous avons opéré principalement avec de l'alcool à 60 degrés G.-L., d'abord parce que l'alcool employé à l'analyse de la betterave se dilue par l'eau de la pulpe, et ensuite, parce que l'alcool de haut titre ne permet pas de dissoudre un poids de sucre suffisant pour arriver aux points supérieurs de l'échelle.

ESSAI POLARIMÉTRIQUE DU SUCRE.

A. — Solution aqueuse de saccharose.

CONCENTRATION des solutions.	LONGUEUR du tube.	POLARIMÈTRE employé.	DEGRÉ saccharimétrique.	SUCRE p. 100.	EAU P. 100 de sucre.	TOTAL. Sucre et eau.
gram. c³						
26.048 à 100	20	V	99.8	99.8	0.19	99.99
— —	20	V	99.8	99.8	0.19	99.99
16.20 —	20	L	99.7	99.7	0.19	99.89
— —	20	L	99.8	99.8	0.19	99.99
— —	20	V	62.0	99.7	0.19	99.89
— —	20	V	62.1	99.9	0.19	100.09
12.15 —	20	L	74.8	99.7	0.19	99.89
— —	20	V	46.5	99.7	0.19	99.89
8.10 —	20	L	49.9	99.8	0.19	99.99
— —	40	L	99.7	99.7	0.19	99.89
— —	20	V	31.0	99.7	0.19	99.89
4.05 —	20	L	24.9	99.6	0.19	99.79
— —	40	L	49.9	99.8	0.19	99.99
— —	20	V	15.5	99.7	0.19	99.89

Moyenne des essais à l'eau 99.94
Minimum 99.79
Maximum 100.09

B. — Solution alcoolique de saccharose.

a. — *Alcool à 60° G.-L.*

CONCENTRATION des solutions.	LONGUEUR du tube.	POLARIMÈTRE employé.	DEGRÉ saccharimétrique.	SUCRE p. 100.	EAU P. 100 de sucre.	TOTAL. Sucre et eau.
gram. c³						
16.20 à 100	20	L	99.8	99.8	0.19	99.99
— —	20	V	62.1	99.9	0.19	100.09
— —	20	L	99.7	99.7	0.19	99.89
— —	20	V	62.0	99.7	0.19	99.89
— —	20	L	99.8	99.8	0.19	99.99
— —	20	V	62.0	99.7	0.19	99.89
— —	20	L	99.8	99.8	0.19	99.99

B. — Solution alcoolique de saccharose. (*Suite.*)

a. — *Alcool à* 60° *G.-L.*

CONCENTRATION des solutions.		LONGUEUR du tube.	POLARIMÈTRE employé.	DEGRÉ saccharimétrique.	SUCRE p. 100.	EAU P. 100 de sucre.	TOTAL. Sucre et eau.
gram.	c³						
16.20	à 100	20	V	62.1	99.9	0.19	100.09
12.15	—	20	L	74.8	99.7	0.19	99.89
—	—	20	V	46.5	99.7	0.19	99.89
8.10	—	20	L	49.9	99.8	0.19	99.99
—	—	40	L	99.8	99.8	0.19	99.99
—	—	20	V	31.1	100.0	0.19	100.19
4.05	—	20	L	24.9	99.6	0.19	99.79
—	—	40	L	50.0	100.0	0.19	100.19
—	—	20	V	15.5	99.7	0.19	99.89

Moyenne des essais à l'alcool à 60° 99.97
Minimum 99.79
Maximum 100.19

b. — *Alcool à* 40 *p.* 100.

CONCENTRATION des solutions.		LONGUEUR du tube.	POLARIMÈTRE employé.	DEGRÉ saccharimétrique.	SUCRE p. 100.	EAU P. 100 de sucre.	TOTAL. Sucre et eau.
gram.	c³						
12.15	à 100	20	L	74.8	99.7	0.19	99.89
—	—	20	V	46.5	99.7	0.19	99.89
8.10	—	20	L	49.9	99.8	0.19	99.99
—	—	40	L	99.9	99.9	0.19	100.09
—	—	20	V	31.1	100.0	0.19	100.19
4.05	—	20	L	25.0	100.0	0.19	100.19
—	—	40	L	50.0	100.0	0.19	100.19
—	—	20	V	15.5	99.7	0.19	99.89

Moyenne des essais à l'alcool à 40° 100.04
Minimum 99.89
Maximum 100.19

Nous avons entrepris une dernière série d'essais avec du sucre obtenu par cristallisation, très bien égoutté et lavé ensuite à l'eau distillée froide, ceci dans le but de prévenir cette objection que le saccharose préparé par le procédé alcoolique pourrait avoir d'autres propriétés que celui obtenu par le traitement à l'eau.

Le sucre desséché renfermait encore 0.17 p. 100 d'eau.

C. — Solution aqueuse de saccharose.

CONCENTRATION des solutions.	LONGUEUR du tube.	POLARIMÈTRE employé.	DEGRÉ saccharimétrique.	SUCRE p. 100.	EAU P. 100 de sucre.	TOTAL. Sucre et eau.
gram. c³						
26.048 à 100	20	V	99.8	99.8	0.17	99.97
— —	20	V	99.8	99.8	0.17	99.97
16.20 —	20	L	99.8	99.8	0.17	99.97
— —	20	V	62.1	99.9	0.17	100.07
Moyenne					99.995	

D. — Solution alcoolique de saccharose.

Alcool à 60° G.-L.

CONCENTRATION des solutions.	LONGUEUR du tube.	POLARIMÈTRE employé.	DEGRÉ saccharimétrique.	SUCRE p. 100.	EAU P. 100 de sucre.	TOTAL. Sucre et eau.
gram. c³						
16.20 à 100	20	L	99.9	99.9	0.17	100.07
— —	20	V	62.0	99.7	0.17	99.87
Moyenne					99.97	

En examinant l'ensemble des essais relatés dans ce chapitre, on reconnaît qu'il *n'existe aucune différence dans la polarisation du saccharose, suivant qu'on l'examine en solution aqueuse ou en solution alcoolique.*

Les moyennes, les minima et les maxima constatés dans les trois séries d'essais sont, en effet, d'une concordance parfaite.

DISSOLVANTS.	MOYENNES.	MAXIMA.	MINIMA.
Eau	99.95	100.09	99.79
Alcool à 60°	99.97	100.19	99.79
Alcool à 40°	100.04	100.19	99.89

Les résultats de quelques essais nous ont fourni des chiffres s'écartant d'une manière sensible de 100. Mais il est à remarquer que ces différences se rapportent toutes aux polarisations de liqueurs très diluées. Il est du reste facile d'établir qu'elles ne dépassent pas la limite des erreurs possibles lors de l'observation polarimétrique. Ainsi l'écart le plus considérable (0.21 p. 100) se rapporte à une solution renfermant $4^{gr},5$ de sucre pour 100 cent. cubes, c'est-à-dire le quart du poids normal pour le saccharimètre Laurent.

Polarisation Laurent, tube de 20 cent. = 24.9, ce qui nous donne pour le sucre essayé :

$$24.9 \times 4 = 99.6 \text{ de sucre} + 0.19 \text{ d'eau} = 99.79.$$

Si l'observateur avait trouvé 1/10 de degré de l'échelle saccharimétrique en plus, il obtenait :

$$25.0 \times 4 = 100 \text{ de sucre} + 0.19 \text{ d'eau} = 100.19.$$

Au surplus, ces écarts se sont présentés dans les deux sens (— 0.21 à + 0.19) et aussi bien dans les polarisations aqueuses que dans les polarisations alcooliques.

CHAPITRE II

§ 1er. — L'alcool permet-il d'extraire tout le sucre conten dans un poids donné de pulpe ?

Nous nous étions proposé d'étudier le procédé de M. Stammer, reposant sur l'extraction immédiate du sucre par simple agitation avec l'alcool de la pulpe très fine, dite « limée ». La râpe Stammer, que nous avons fait venir directement de son constructeur, fournit en effet une pulpe tellement fine que toute la masse se présente

sous l'aspect d'une véritable écume, ne laissant rien sous la pression des doigts. Mais fonctionnant fort bien, d'après ce que l'on nous a assuré de divers côtés, lorsqu'elle peut être mise en mouvement par une transmission, la râpe de Stammer est d'un emploi impossible pour le travail à la main. Un ouvrier très exercé, ayant déjà râpé près de 10 000 échantillons de betteraves, a mis, sous nos yeux, près de deux heures pour produire 400 grammes de pulpe « limée ». La partie active de la râpe s'était d'ailleurs tellement échauffée qu'un brouillard de vapeur d'eau flottait au-dessus de l'appareil.

Ayant par conséquent dû abandonner la méthode Stammer, nos essais ont spécialement porté sur :

1° Les méthodes d'extraction alcoolique (Scheibler, Sickel) ;
2° Les méthodes de digestion alcoolique (Rapp, Degener, Stockbridge, Hermann) ;
3° Les méthodes de digestion aqueuse (Sachs, Pellet).

Nous envisageons seulement ici ces procédés au point du vue de la possibilité de retirer par l'alcool tout le sucre contenu dans un poids donné de pulpe.

Les betteraves employées à nos essais appartenaient, le n° 1 à la variété Kalinofka, et le n° 2 à la variété Desprez.

Pour un certain nombre d'essais, elles ont été réduites en pulpe au moyen d'une petite râpe à main. Pour les autres, on s'est servi d'une râpe à tambour du modèle des râpes de sucrerie. La pulpe fournie par la râpe à main était très fine; sous l'action d'une forte presse à vis, elle cédait en moyenne 80 p. 100 de jus. Celle obtenue au moyen de la râpe à tambour était plus grossière, mais cédait encore sous la même pression 70 p. 100 de jus.

La pulpe, rapidement et intimement mélangée, était placée dans un bocal de verre, plat et large, fermé au moyen d'un couvercle de métal, et portée ainsi à la balance.

Pour tous les essais alcooliques, nous avons employé l'alcool à 85 degrés G.-L. Les jus alcooliques doivent être déféqués avec une petite quantité de sous-acétate de plomb (environ 2 1/2 cent. cubes pour 50 grammes de pulpe). Ils doivent être filtrés rapidement sur un filtre à plis placé dans un entonnoir, que l'on recouvre pendant

la filtration d'un couvercle dont le bord entoure celui de l'entonnoir.

Le liquide filtré est recueilli dans un ballon de verre auquel l'entonnoir sert de couvercle.

A. — Essais dans l'extracteur Petermann-Simon[1].

NUMÉROS.	PRISE d'essai.	ALCOOL.	DIGESTION préalable à froid.	NOMBRE d'épuisements à chaud.	VOLUME.	POLARISATION Laurent, tube de 40.	SUCRE p. 100 de betteraves.
	Gr.	Cent. cub.	Heures.		Cent. cub.		
a) *Betteraves n° 2 râpées avec la râpe à tambour.*							
1	50	100	48	13	100	73.2	11.86
2	25	50	24	9	100	36.6	11.86
3	25	50	24	9	100	36.5	11.83
4	25	50	1/2	7	100	36.5	11.83
5	25	50	1/2	7	100	36.6	11.86
b) *Betteraves n° 1 râpées avec la râpe à tambour.*							
6	25	50	1/2	10	100	32.7	10.59
7	25	50	1/2	10	100	32.5	10.53
8	25	50	1/2	10	100	32.7	10.59
c) *Betteraves n° 1 râpées avec la râpe à main.*							
9	25	50	1/2	10	100	33.1	10.72
10	25	50	1/2	10	100	32.9	10.66
11	25	50	1/2	10	100	32.9	10.66

La pulpe de chacun de ces essais a été retraitée par l'alcool. L'extrait obtenu ne polarisait plus.

B. — Essais dans l'extracteur Soxhlet.

La construction par M. Soxhlet d'un extracteur spécial destiné à l'épuisement de la pulpe de betterave par l'alcool a marqué un progrès sensible vers la généralisation de l'emploi de la méthode de

1. Voir la description : *Recherches de chimie et de physiologie appliquées à l'agriculture*. Bruxelles, 1886, p. 554.

Scheibler. Nous avons remplacé le bain de sable par un bain-marie très profond, dans lequel le ballon pénètre à peu près complètement. Des anneaux en porcelaine, dont le plus petit s'adapte très bien au col du ballon, couvrent le bain-marie. On diminue ainsi la quantité de vapeur d'eau qui se dégage et on produit un échauffement très uniforme du ballon, empêchant les soubresauts de la liqueur alcoolique en ébullition. Nous préférons aussi le réfrigérant de verre au bassin de métal, car le premier système permet de voir continuellement la colonne d'alcool condensée dans le réfrigérant, et dont l'épaisseur indique s'il faut augmenter ou diminuer la flamme.

NUMÉROS.	PRISE d'essai.	ALCOOL.	DURÉE de l'épuisement.	VOLUME.	POLARISATION Laurent, tube de 40.	SUCRE p. 100 de betteraves.
	Grammes.	Cent. cub.	Minutes.	Cent. cub.		
a) *Betteraves n° 1. — Pulpe obtenue par la râpe à main.*						
12	50	150	30	200	36.5	11.82
13	50	150	45	200	36.6	11.86
14	50	150	60	200	36.7	11.89
15	50	150	75	200	36.5	11.82
b) *Autre lot de betteraves. — Pulpe obtenue par la râpe à main.*						
16	25	150	60	200	13.6	8.80
c) *Autre lot de betteraves. — Pulpe obtenue par la râpe à tambour.*						
17	50	150	60	200	27.0	8.75
18	50	150	60	200	27.2	8.81
19	25	75	60	100	27.2	8.81
20	50	150	60	200	27.1	8.78
21	50	150	60	200	27.3	8.85
22	25	75	60	100	27.1	8.78

La pulpe épuisée de chacun de ces essais a également été retraitée à l'alcool et l'extrait obtenu essayé au polarimètre. Dans aucun cas on n'a obtenu de déviation.

La suite de notre travail renferme de nombreux dosages que nous aurions pu citer ici comme preuve en faveur de la thèse qui nous

occupe dans ce paragraphe. Mais nous croyons les essais précédents suffisamment concluants pour en déduire que l'alcool à 85 degrés permet de retirer d'une pulpe suffisamment fine tout le sucre qu'elle renferme.

§ 2. — Le saccharose dissous dans l'alcool à 60° est-il décomposé à la température d'ébullition de sa solution ?

Plusieurs des essais précédents nous donnent déjà une réponse à cette question. La durée de l'ébullition des solutions alcooliques de sucre a varié pour les essais n° 1 à 11 de 2 à 8 heures, et pour les n°s 12 à 22 de 30 minutes à 1^h,15. La concordance remarquable entre les chiffres de chaque série prouve qu'aucune décomposition ne peut avoir eu lieu.

	MINIMUM.	MAXIMUM.
	P. 100.	P. 100.
A. — *a*)	11.83	11.86
b)	10.53	10.59
c)	10.66	10.72
B. — *a*)	11.83	11.89
c)	8.75	8.85

Nous avons complété ces données par quelques essais directs. Deux prises d'essai de 50 grammes d'une pulpe bien mélangée ont été épuisées pendant une heure dans l'appareil de Soxhlet, au moyen de 150 cent. cubes d'alcool à 85 degrés. La solution alcoolique de sucre de l'un des essais a été immédiatement portée au volume de 200 cent. cubes et polarisée. Celle de l'autre a été maintenue en ébullition pendant 4 heures. Elle a ensuite été portée aussi à 200 cent. cubes et polarisée.

Essai n° 23. Après une heure d'ébullition : Polarisation Laurent, tube de 40 . . . . . 34.3 = 11.11 p. 100.
Essai n° 25. Après quatre heures d'ébullition. . . . . 34.1 = 11.05 —

Trois essais ont porté sur du sucre pur. Nous avons pesé trois fois 16^gr,20 de sucre et dissous dans l'alcool à 60 degrés.

Essai n° 25. 16^gr,20 à 100 c. c. Sans ébullition. Polarisati n Laurent. 100. 0
Essai n° 26. 16^gr,20. Ébullition de 3^h30'. Porté à 100 c. c. 90.9
Essai n° 27. 16^gr,20. Ébullition de 5 heures. Porté à 100 c. c. . . . 100.1

Nous concluons de l'ensemble de ces essais que le saccharose dissous dans l'alcool à 60 degrés G.-L. n'est pas décomposé à la température d'ébullition de sa solution.

§ 3. — Le poids de pulpe employé dans les méthodes alcooliques représente-t-il la composition moyenne de la betterave ?

La question posée dans ce paragraphe mérite une attention toute particulière.

Le poids des échantillons de betteraves que l'on soumet à l'analyse est habituellement de 3 à 5 kilogr., suivant le nombre de racines, leur poids, et suivant que l'on emploie des quarts ou des moitiés de betteraves. Une bonne presse de laboratoire en extrait 70 à 80 p. 100 de jus. Il en résulte que les 100 cent. cubes de jus sur lesquels le chimiste opère finalement dans la méthode ordinaire représentent environ 150 grammes de betteraves, c'est-à-dire que la prise d'essai comprend 3.8 p. 100 de la matière à analyser, en admettant que l'on ait râpé 4 kilogr. de betteraves. Cette proportion est moins favorable dans les méthodes directes, car 25 ou 50 grammes de pulpe correspondent, dans les conditions admises pour l'analyse par le jus, à des prises d'essai de 0.63 ou de 1.26 p. 100. En outre, le jus de betterave est susceptible d'un mélange parfait et les manipulations qui suivent son extraction lui donnent une homogénéité que l'on ne saurait jamais atteindre dans le mélange de la pulpe.

Nous avions donc à décider expérimentalement si une prise d'essai de 25 à 50 grammes de pulpe représente bien la composition moyenne d'un lot de betteraves râpées, ou, ce qui revient au même, à déterminer quel est l'écart que l'on constate entre les analyses à l'alcool de plusieurs prises d'essai faites sur une même pulpe.

Première expérience.

4 betteraves n° 2 ont été râpées avec la râpe à tambour. Toute la pulpe obtenue a été mélangée avec une spatule, puis on a prélevé à

des places différentes une prise d'essai de 50 grammes et quatre de 25 grammes.

NUMÉROS.	POIDS de pulpe.	MÉTHODE EMPLOYÉE.	VOLUME de la solution.	POLARISATION Laurent, tube de 40.	SUCRE p. 100 de betteraves.
	Grammes.		Cent. cub.		
1	50	Épuisement alcoolique.	100	73.2	11.86
2	25	—	100	36.6	11.86
3	25	—	100	36.5	11.83
4	25	—	100	36.5	11.83
5	25	—	100	36.6	11.86

Moyenne 11.85
Écart entre le minimum et le maximum 0.03
— — et la moyenne 0.02
— maximum et la moyenne 0.01

Deuxième expérience.

6 betteraves n° 2. — Pulpe fournie par la râpe à tambour.

NUMÉROS.	POIDS de pulpe.	MÉTHODE EMPLOYÉE.	VOLUME de la solution.	POLARISATION Laurent, tube de 40.	SUCRE p. 100 de betteraves.
	Grammes.		Cent. cub.		
28	25	Épuisement alcoolique.	100	32.4	10.50
29	25	—	100	32.7	10.59
30	25	—	100	32.5	10.53
31	25	Digestion alcoolique[1].	100	32.8	10.57
32	25	—	100	32.5	10.47

Moyenne 10.53
Écart entre le minimum et le maximum. 0.12
— — et la moyenne 0.06
— maximum et la moyenne 0.06

1. Dans les expériences faites par digestion, il a été tenu compte du volume occupé par le marc. Dans cette expérience, ce volume était de 55 cent. cubes pour 25 gr. de pulpe.

Troisième expérience.

6 betteraves n° 2. — Pulpe fournie par la râpe à tambour.

NUMÉROS.	POIDS de pulpe.	MÉTHODE EMPLOYÉE.	VOLUME de la solution.	POLARISATION Laurent, tube de 40.	SUCRE p. 100 de betteraves.
	Grammes.		Cent. cub.		
33	25	Épuisement alcoolique.	100	35.5	11.50
34	25	—	100	35.4	11.47
35	25	—	100	35.5	11.50
36	50	Digestion alcoolique[1].	200	36.6	11.58
37	25	—	100	35.2	11.46

Moyenne 11.50
Écart entre le minimum et le maximum 0.12
— — et la moyenne 0.04
— maximum et la moyenne 0.08

1. Volume du marc : 124 cent. cubes pour 50 gr. et 62 cent. cubes pour 25 gr.

Quatrième expérience.

6 betteraves n° 3. — Pulpe fournie par la râpe à tambour.

NUMÉROS.	POIDS de pulpe.	MÉTHODE EMPLOYÉE.	VOLUME de la solution.	POLARISATION Laurent, tube de 40.	SUCRE p. 100 de betteraves.
	Grammes.		Cent. cub.		
38	25	Épuisement alcoolique.	100	36.1	11.70
39	25	—	100	36.3	11.76
40	25	—	100	36.2	11.73
41	50	Digestion alcoolique[1].	200	36.8	11.78
42	25	—	100	36.7	11.75

Moyenne 11.74
Écart entre le minimum et le maximum 0.08
— — et la moyenne 0.04
— maximum et la moyenne 0.04

1. Volume du marc : 114 cent. cubes pour 50 gr. et 57 cent. cubes pour 25 gr.

Cinquième expérience.

7 betteraves n° 1. — Pulpe fournie par la râpe à tambour.

NUMÉROS.	POIDS de pulpe.	MÉTHODE EMPLOYÉE.	VOLUME de la solution.	POLARISATION Laurent, tube de 40.	SUCRE p. 100 de betteraves.
	Grammes.		Cent. cub.		
6	25	Épuisement alcoolique.	100	32.7	10.59
7	25	—	100	32.5	10.53
8	25	—	100	32.7	10.59
43	50	Digestion alcoolique[1].	200	33.4	10.69
44	50	—	200	33.5	10.72

Moyenne 10.62
Écart entre le minimum et le maximum 0.19
— — et la moyenne 0.09
— maximum et la moyenne 0.10

1. Volume du marc : 118 cent. cubes pour 50 gr.

Sixième expérience.

8 betteraves n° 1. — Pulpe fournie par la râpe à main.

NUMÉROS.	POIDS de pulpe.	MÉTHODE EMPLOYÉE.	VOLUME de la solution.	POLARISATION Laurent, tube de 40.	SUCRE p. 100 de betteraves.
	Grammes.		Cent. cub.		
9	25	Épuisement alcoolique.	100	33.1	10.72
10	25	—	100	32.9	10.66
11	25	—	100	32.9	10.66
45	50	Digestion alcoolique. .	200	33.5	10.79
46	50	—	200	33.4	10.76

Moyenne 10.72
Écart entre le minimum et le maximum 0.13
— — et la moyenne 0.06
— maximum et la moyenne 0.07

Septième expérience.

8 betteraves n° 1. — Pulpe fournie par la râpe à main.

NUMÉROS.	POIDS de pulpe.	MÉTHODE EMPLOYÉE.	VOLUME de la solution.	POLARISATION Laurent, tube de 40.	SUCRE p. 100 de betteraves.
	Grammes.		Cent. cub.		
47	25	Épuisement alcoolique.	100	33.5	10.85
48	50	Digestion alcoolique[1].	200	33.8	10.90
49	50	—	200	34.0	10.96
Moyenne					10.90
Écart entre le minimum et le maximum					0.11
— — et la moyenne					0.05
— maximum et la moyenne					0.06

1. Volume du marc renfermé dans 50 gr. de pulpe : 116 cent. cubes.

Huitième expérience.

Les lots de betteraves analysés dans les sept séries d'essais que nous venons de relater provenaient du champ d'expériences de la Station agricole. Quoique les betteraves analysées fussent prises au hasard dans les silos, on pourrait objecter peut-être qu'elles constituaient déjà, après le rapâge, c'est-à-dire avant le mélange de la pulpe, une masse assez homogène pour que la concordance constatée entre les analyses d'une même série ne prouve pas suffisamment qu'une faible prise d'essai de 25 grammes représente réellement la composition moyenne d'un lot de betteraves quelconque.

Nous prévenons cette objection par l'expérience suivante :

Nous avons constitué un lot de betteraves aussi hétérogène que possible. 10 betteraves fourragères (jaune ovoïde des Barres) titrant 5.18 p. 100 de sucre, et 10 betteraves de chacune des variétés employées dans nos recherches, titrant de 8.85 à 11.89 p. 100 de sucre et choisies autant que possible de grosseurs très différentes, ont été jetées pêle-mêle en un tas. Par deux coupes longitudinales, on a enlevé un quart de chaque betterave. Les trente quarts ont été râpés à l'aide de la râpe à tambour, et la pulpe obtenue a été convenablement mé-

langée avec une spatule. A des places différentes, on a prélevé quatre prises d'essai de 50 grammes et deux de 25 pour l'appareil de Soxhlet.

NUMÉROS.	POIDS de la pulpe.	ALCOOL employé pour l'épuisement.	DURÉE de l'épuisement.	VOLUME de la solution.	POLARISATION Laurent, tube de 40.	SUCRE p. 100 dans la betterave.
	Grammes.	Cent. cub.	Minutes.	Cent. cub.		
17[1]	50	150	60	200	270	8.75
18	50	150	60	200	272	8.81
19	25	75	60	100	272	8.81
20	50	150	60	200	271	8.78
21	50	150	60	200	273	8.85
22	25	75	60	100	271	8.78

Moyenne. 8.80
Écart entre le minimum et le maximum 0.10
— — et la moyenne. 0.05
— maximum et la moyenne. 0.05

1. Nous avons déjà utilisé ces essais au § 1 du présent chapitre, afin de démontrer la possibilité d'extraire par l'alcool tout le sucre de la pulpe.

Écarts entre le minimum et le maximum constatés dans huit séries d'analyses :

	POUR 100.
1re série (cinq prises d'essai)	0.03
2e série (cinq prises d'essai)	0.12
3e série (cinq prises d'essai)	0.12
4e série (cinq prises d'essai)	0.08
5e série (cinq prises d'essai)	0.19
6e série (cinq prises d'essai)	0.13
7e série (trois prises d'essai)	0.11
8e série (six prises d'essai)	0.10

Les nombreux essais que nous avons exécutés pour résoudre la question qui nous occupe dans ce paragraphe nous ont certainement fourni des résultats fort concordants et fort concluants. Dans les conditions défavorables d'un lot de betteraves constitué d'une façon aussi hétérogène que possible, le minimum et le maximum de six analyses diffèrent seulement de 0.10 p. 100. Sur les trente-neuf essais, les écarts les plus considérables entre le minimum et le maximum sont 0.13 et 0.19 p. 100, et il est à remarquer qu'ils sont

fournis par deux méthodes d'analyses différentes : l'épuisement alcoolique et la digestion alcoolique.

Nous croyons par conséquent pouvoir conclure qu'une pulpe obtenue par une bonne râpe forme, après mélange, une masse assez homogène pour qu'une prise d'essai de 25 à 50 grammes puisse être considérée comme en représentant la composition moyenne.

CHAPITRE III

§ 1er. — Comparaison des résultats fournis par les différentes méthodes de détermination du sucre dans la betterave.

Si l'on peut conclure des expériences précédentes que les méthodes alcooliques permettent de doser avec précision le saccharose contenu dans la betterave, nous devions déterminer aussi quelles sont les différences entre les résultats fournis par ces méthodes et ceux obtenus à l'aide des autres procédés, et surtout rechercher si ces différences confirment les griefs que nous avons énoncés contre l'ancienne méthode dans l'introduction à ce travail.

Dans ce but, nous avons exécuté six séries d'expériences. Afin que tous les résultats d'une même série fussent comparables entre eux, nous avons opéré comme il suit : La pulpe obtenue par râpage a été mélangée très intimement. Une partie soumise à la pression a fourni le jus destiné aux analyses par voie indirecte. Le reste a servi aux prises d'essai pour les méthodes directes. Dans chaque série, les essais ont été exécutés en double ou en triple, conformément au tableau suivant :

Méthodes indirectes ou par le jus.

I. Méthode ordinaire : polarisation du jus et emploi du coefficient 0.95.
II. Polarisation du jus et emploi comme coefficient du taux de jus d'après Stammer.
III. Polarisation du jus additionné de son volume d'alcool absolu et emploi de l'un des coefficients ci-dessus (Sickel, Stammer).

Méthodes directes.

IV. Digestion aqueuse de la pulpe (Sachs, Pellet).
V. Digestion alcoolique de la pulpe (Sostmann, Rapp, Degener, Stockbridge et Hermann).
VI. Épuisement alcoolique (Scheibler et autres).

La méthode basée sur la polarisation du jus additionné d'alcool demande beaucoup de précautions, à cause de la contraction et de

l'échauffement qui se produisent lors du mélange de l'alcool avec le jus. Voici comment nous avons opéré :

On a prélevé au moyen d'une pipette 50 cent. cubes de jus que l'on a introduit dans une fiole jaugée de 100 cent. cubes. On y a ajouté 30 à 35 cent. cubes d'alcool absolu en agitant pour faciliter le mélange. On y a introduit ensuite 5 cent. cubes de sous-acétate de plomb, puis de l'alcool jusqu'au trait, toujours en agitant. Après refroidissement, on a définitivement porté au volume, mélangé, filtré avec les précautions indiquées, puis polarisé[1].

Afin de pouvoir comparer les polarisations des jus alcoolisés et celles des jus polarisés directement, nous avons mesuré également ceux-ci au moyen de la pipette. Nous nous sommes du reste assuré par quelques essais spéciaux de la concordance entre le mesurage fait d'une part au moyen de la fiole jaugée et de l'autre avec la pipette.

1er jus.	Ballon	11.02 11.04	11.03	Sucre p. 100.
	Pipette	11.10 11.12	11.11	
2e jus	Ballon	12.44	12.44	
	Pipette	12.36 12.33	12.35	
3e jus	Ballon	11.40 11.36	11.38	
	Pipette	11.43 11.41	11.42	

Pour les méthodes par digestion, nous nous sommes servi de ballons jaugés à col très haut. La pulpe étant introduite dans le ballon, on portait au volume après avoir ajouté la quantité nécessaire de sous-acétate de plomb. On laissait digérer pendant une heure dans un bain-marie chauffé à 70 degrés centigr., en ayant soin de mélanger de temps en temps en tournant le ballon sur lui-même. On refroidissait alors et, s'il y avait lieu, on remplaçait les quelques gouttes d'alcool ou d'eau évaporées, on agitait énergiquement, filtrait et polarisait.

1. Les difficultés que l'on éprouve quelquefois dans la polarisation des jus alcooliques proviennent de ce que le tube du saccharimètre n'a pas été suffisamment rincé. Si l'on n'a pas assez de liquide pour rincer le tube quatre ou cinq fois avec la solution à polariser, il faut d'abord le laver deux ou trois fois avec de l'alcool de même titre que celui du jus à observer et ensuite deux fois au moins avec celui-ci.

	POLARISATION DU JUS NON ALCOOLISÉ. Sucre p. 100 de betterave.			POLARISATION DU JUS ALCOOLISÉ. Sucre p. 100 de betterave.			COEFFICIENT.			SUCRE P. 100 de betterave.		
		Emploi du coefficient 0.95.	Emploi du coefficient de jus Stammer.		Emploi du coefficient 0.95.	Emploi du coefficient de jus Stammer.	Conventionnel.	Taux de jus d'après Stammer.	Réel. — Rapport entre le sucre du jus et celui de la betterave obtenu par épuisement alcoolique.	Par digestion aqueuse.	Par digestion alcoolique.	Par épuisement alcoolique.
		2	3		4	5	6	7	8	9	10	11
1re série. Betteraves n° 2.	100cc de jus + 10cc de sous-acétate de plomb.	11.10 11.12	11.24 11.26	50cc de jus + 5cc de sous-acétate + alcool jusque 110.	11.04 11.06	11.19 11.21	» »	» »	» »	10.66 10.70	10.57 10.47	10.50 10.59 10.53
Moyennes. .	. . . . .	11.11	11.25	. . . . .	11.05	11.20	95	96.19	90.01	10.68	10.52	10.54
2e série. Betteraves n° 2.	100cc jus + 10cc sous-acétate de plomb.	11.93 11.91	12.06 12.04	50cc de jus + 5cc de sous-acétate + alcool jusque 110.	11.91 11.89	12.04 12.02	» »	» »	» »	11.80 manqué	11.58 11.46	11.50 11.47 11.50
Moyennes. .	. . . . .	11.92	12.05	. . . . .	11.90	12.03	95	96.03	91.55	11.80	11.52	11.49
3e série. Betteraves n° 2.	50cc de jus + 5cc de sous-acétate + eau à 100.	12.18 12.16	12.36 12.33	50cc de jus + 5cc de sous-acétate + alcool à 100.	12.20 12.16	12.38 12.33	» »	» »	» »	11.91 manqué	11.78 11.75	11.70 11.76 11.73
Moyennes. .	. . . . .	12.17	12.35	. . . . .	12.18	12.36	95	96.35	91.57	11.91	11.77	11.73
4e série. Betteraves n° 1.	50cc de jus + 5cc de sous-acétate + eau à 100.	11.28 11.26	11.43 11.41	50cc de jus + 5cc de sous-acétate + alcool à 100.	11.26 11.27	11.41 11.42	» »	» »	» »	10.95 10.92	10.69 10.72	10.59 10.53 10 59
Moyennes. .	. . . . .	11.27	11.42	. . . . .	11.27	11.42	95	96.23	89.05	10.94	10.71	10.57

	POLARISATION DU JUS NON ALCOOLISÉ. Sucre p. 100 de betterave.			POLARISATION DU JUS ALCOOLISÉ. Sucre p. 100 de betterave.			COEFFICIENT.			SUCRE P. 100 de betterave.		
		Emploi du coefficient 0.95.	Emploi du coefficient de jus Stammer.		Emploi du coefficient 0.95.	Emploi du coefficient de jus Stammer.	Conventionnel.	Taux de jus d'après Stammer.	Réel. — Rapport entre le sucre du jus et celui de la betterave obtenu par épuisement alcoolique.	Par digestion aqueuse.	Par digestion alcoolique.	Par épuisement alcoolique.
		2	3		4	5	6	7	8	9	10	11
5e série.												
Betteraves no 1.	50cc de jus + 5cc de sous-acétate + eau à 100.	11.10 11.06	11.29 10.25	50cc de jus + 5cc de sous-acétate + alcool à 100.	11.01 10.97	11.20 11.15	» »	» »	» »	10.89 manqué	10.79 10.76	10.72 10.66 10.66
Moyennes. .	. . . . .	11.08	11.27	. . . . .	10.99	11.18	95	96.51	91.52	10.89	10.78	10.68
6e série.												
Betteraves no 1.	100cc de jus + 10cc de sous-acétate.	11.72	11.88	50ce de jus + 5cc de sous-acétate + alcool à 100.	»	»	»	»	»	11.14 11.17	10.90 10 96	10.85 manqué
Moyennes. .	. . . . .	»	»	. . . . .	»	»	95	96.29	87.93	11.16	10.93	10.85
7e série.												
Betteraves no 1.	50cc de jus + 5cc de sous-acétate + eau à 100	10.75 10.74 10.74	» » »	50cc de jus + 5cc de sous-acétate + alcool à 100.	10.74 10.71 10.71	» » »	» » »	» » »	» » »	» » »	» » »	» » »
Moyennes. .	. . . . .	10.74	»	. . . . .	10.72	»	»	»	»	»	»	»
8e série.												
Betteraves no 1.	100cc de jus + 10cc de sous-acétate + eau à 200.	10.86 10.86	11.02 11.02	100cc de jus + 10cc de sous-acétate + alcool à 200.	10.94 10.96	11.10 11.12	» »	» »	» »	» »	» »	» »
Moyennes. .	. . . . .	10.86	11.02	. . . . .	10.95	11.11	95	96.34	»	»	»	»
9e série.												
Betteraves no 1.	100cc de jus + 10cc de sous-acétate + eau à 200.	11.30	11.46	100cc de jus + 10cc de sous-acétate + alcool à 200.	11.25	11.42	95	96.34	»	»	»	»

En examinant d'abord les chiffres des colonnes 2 et 4, 3 et 5 des tableaux qui suivent, nous constatons, d'accord avec M. Degener, que l'alcool ajouté à froid au jus de betterave ne précipite pas les matières polarisantes non-sucre. Les chiffres obtenus par la méthode ordinaire sont d'accord avec ceux que nous a fournis la polarisation du jus alcoolisé. Nous avons d'ailleurs cherché d'une manière directe dans le précipité plombique la présence du « non-sucre » polarisant.

Deux prises d'essai de 100 cent. cubes de jus ont été additionnées, l'une de 100 cent. cubes d'eau distillée et 10 cent. cubes de sous-acétate de plomb, l'autre de 100 cent. cubes d'alcool et 10 cent. cubes de sous-acétate de plomb. Les précipités obtenus ont été lavés, par décantation d'abord, sur des filtres ensuite, le premier à l'eau distillée, le second à l'eau alcoolisée. Après s'être assuré que les liquides de lavage ne polarisaient plus, on a percé les filtres et amené les précipités avec de l'eau dans des ballons de verre. Après dépôt, on a décanté l'excès d'eau, puis on a décomposé les précipités en faisant passer pendant plusieurs heures un courant d'acide sulfhydrique. Chacun des deux liquides a été porté à 200 cent. cubes, filtré et essayé au saccharimètre Laurent dans le tube de 40 centim. Aucun des deux n'a donné de déviation.

L'addition d'alcool à froid au jus de betterave ne précipitant pas le « non-sucre polarisant », cette modification du procédé habituellement suivi ne présente donc aucun avantage.

La comparaison des résultats obtenus par les méthodes alcooliques (épuisement et digestion) avec ceux donnés par la méthode ordinaire démontre que celle-ci exagère la richesse des betteraves d'environ 0.5 p. 100.

Différence entre la méthode ordinaire et la digestion alcoolique.

Comparaison des moyennes.

SÉRIE.	MÉTHODE ORDINAIRE coefficient 0.95		DIGESTION ALCOOLIQUE.		DIFFÉRENCE en sucre p. 100 de betteraves.
	NOMBRE d'essais.	SUCRE P. 100 de betteraves.	NOMBRE d'essais.	SUCRE P. 100 de betteraves.	
1	2	11.11	2	10.52	0.59
2	2	11.92	2	11.52	0.40
3	2	12.17	2	11.77	0.40
4	2	11.27	2	10.71	0.44
5	2	11.08	2	10.78	0.30
6	1	11.72	2	10.93	0.79
				MOYENNE.	0.49

Différence entre la méthode ordinaire et l'épuisement alcoolique.

Comparaison des moyennes.

SÉRIE.	MÉTHODE ORDINAIRE coefficient 0.95		DIGESTION ALCOOLIQUE.		DIFFÉRENCE en sucre p. 100 de betteraves.
	NOMBRE d'essais.	SUCRE P. 100 de betteraves.	NOMBRE d'essais.	SUCRE P. 100 de betteraves.	
1	2	11.11	3	10.54	0.57
2	2	11.92	3	11.49	0.43
3	2	12.17	3	11.73	0.44
4	2	11.27	3	10.57	0.70
5	2	11.08	3	10.68	0.40
6	1	11.72	3	10.85	0.87
				MOYENNE.	0.57

Les différences constatées dans nos essais de cette année sont d'accord avec celle de 0.54 trouvée dans un essai préliminaire que

nous avons déjà relaté en 1886[1], et aussi avec celles trouvées par Tollens, Degener et Maercker[2]. Les causes de ces différences sont multiples. Dans la méthode ordinaire, trois causes d'erreur viennent fausser les résultats :

1° Le jus extrait par pression de la pulpe pour servir à l'analyse ne représente pas la composition du jus normal ;

2° Il renferme des matières polarisantes non-sucre. Ces deux causes tendent à exagérer la richesse de la betterave ;

3° Le coefficient de convention admettant 95 p. 100 de jus est souvent inexact. Toutefois, son emploi diminue l'erreur due aux deux causes précédentes, chaque fois que le taux du jus est supérieur à ce chiffre.

La méthode basée sur la polarisation du jus et sur la détermination quantitative de celui-ci par le procédé Stammer, conserve encore les deux premières causes d'erreur. Mais elle supprime le coefficient conventionnel de 0.95 et le remplace par le taux du jus trouvé.

Quoique la quantité de jus trouvée par la méthode de Stammer ne soit pas tout à fait exacte, par suite de l'impossibilité d'obtenir un jus ayant la composition du jus normal, elle se rapproche cependant suffisamment de la quantité réelle pour que l'erreur qui peut en résulter dans le calcul de la richesse de la betterave soit insignifiante. Malgré cela, cette méthode d'analyse de la betterave est plus mauvaise encore que la précédente, car le taux moyen de jus dépassant 95 p. 100, l'erreur occasionnée par l'emploi de ce dernier coefficient agit en sens inverse des deux autres et les compense dans une certaine mesure. Les chiffres suivants en sont la démonstration évidente.

---

1. *Bulletin de la Station expérimentale agricole de l'État*, n° 35.
2. Sidersky, *la Sucrerie belge*, n° 9, 1887, p. 167.

Comparaison des différences entre les résultats obtenus par l'épuisement alcoolique et ceux fournis respectivement par l'emploi du coefficient 0.95 et du taux du jus d'après Stammer.

SÉRIES.	DIFFÉRENCE entre l'épuisement alcoolique et la méthode au coefficient de 0.95.	DIFFÉRENCE entre l'épuisement alcoolique et la méthode au coefficient de jus Stammer.
—	—	—
	P. 100.	P. 100.
1	0.57	0.71
2	0.43	0.56
3	0.44	0.62
4	0.70	0.85
5	0.40	0.59
6	0.87	1.03
MOYENNE.	0.57	0.73

La digestion aqueuse, opérant directement sur un poids donné de betteraves et non sur le jus, évite l'erreur due à l'emploi d'un coefficient de jus, ainsi que celle résultant de l'impossibilité d'obtenir le jus normal, si le « non-sucre polarisant » était un mythe, ainsi que quelques chimistes le prétendent encore ; ce procédé devrait par conséquent donner des résultats identiques à ceux que fournissent les méthodes alcooliques de digestion et d'épuisement. Mais cela n'est pas. Au contraire, la preuve manifeste de l'existence de ces matières résulte de la comparaison des résultats obtenus par la digestion alcoolique.

SÉRIES.	DIGESTION alcoolique.	DIGESTION aqueuse.	DIFFÉRENCE EN PLUS pour la digestion aqueuse.
—	—	—	—
			P. 100.
1	10.52	10.68	0.16
2	11.52	11.80	0.28
3	11.77	11.91	0.14
4	10.71	10.94	0.23
5	10.78	10.89	0.11
6	10.93	11.16	0.23
MOYENNE.			0.19

La digestion aqueuse donne donc dans tous les essais un résultat supérieur à celui de la digestion alcoolique.

La différence moyenne a été dans nos essais de 0.19 p. 100 de sucre.

Rappelons d'ailleurs ici que, d'après les expériences de Scheibler et Tollens, on peut facilement constater la présence des matières polarisantes étrangères dans la pulpe épuisée par l'alcool chaud, en continuant l'extraction par l'eau bouillante. L'extrait aqueux agit toujours sur la lumière polarisée.

Nous avons répété cette expérience avec plein succès.

Deux prises d'essai de 100 grammes de pulpe de betteraves provenant respectivement des lots n°s 1 et 2 ont été complètement épuisées par l'extracteur de Soxhlet. Le dernier extrait ne polarisait plus. Le ballon à alcool a ensuite été remplacé par un ballon à eau distillée chauffée à l'ébullition sur un bain de sable. L'appareil a été enveloppé d'un drap afin d'empêcher la condensation de la vapeur d'eau avant qu'elle arrive dans le réfrigérant. L'extrait aqueux porté à 100 cent. cubes a été polarisé dans le tube de 20 centim. au saccharimètre de Laurent.

1. Polarisation 4.4. Sucre correspondant à cette polarisation 0.71 p. 100.
2. — 2.1. — — 0.34 —

Il est indispensable, pour réussir, d'employer de l'eau chaude et d'opérer sur la pulpe épuisée fraîche sans dessiccation préalable, car le « non-sucre polarisant » ne se redissout plus dans l'eau lorsque la pulpe a été desséchée à 100 degrés centigr.

De la comparaison des chiffres du tableau, il résulte que ni les méthodes basées sur l'analyse du jus, ni l'analyse directe par digestion aqueuse, ne peuvent conduire à la détermination exacte du sucre contenu dans la betterave.

L'épuisement alcoolique permet, d'après les recherches dont nous venons de rendre compte, et dont les résultats sont d'accord avec ceux obtenus par d'autres expérimentateurs, de déterminer la richesse saccharine de la betterave en éliminant les causes d'erreur actuellement connues.

Nous devons nous poser maintenant cette dernière question :

Quel est le procédé alcoolique préférable, la digestion ou l'épuisement ?

Pour nous rendre compte de la concordance entre les deux méthodes, nous résumerons dans le tableau suivant les dosages com-

paratifs faits dans le cours de notre étude à l'aide de ces procédés.

Nous nous bornons ici à relever seulement le taux de sucre obtenu, les détails opératoires ayant été donnés plus haut.

SÉRIES.	DIGESTION ALCOOLIQUE.	ÉPUISEMENT ALCOOLIQUE.	ÉCART EN FAVEUR de la digestion alcoolique.
1	10.57	10.50	»
	10.47	10.59	»
	»	10.53	»
	MOYENNE. 10.52	MOYENNE. 10.54	— 0.02
2	11.58	11.50	»
	11.46	11.47	»
	»	11.50	»
	MOYENNE. 11.52	MOYENNE. 11.49	+ 0.03
3	11.78	11.70	»
	11.75	11.76	»
	»	11.73	»
	MOYENNE. 11.77	MOYENNE. 11.73	+ 0.04
4	10.69	10.59	»
	10.72	10.53	»
	»	10.59	»
	MOYENNE. 10.71	MOYENNE. 10.57	+ 0.14
5	10.79	10.72	»
	10.76	10.66	»
	»	10.66	»
	MOYENNE. 10.78	MOYENNE. 10.68	+ 0.10
6	10.90	10.85	»
	10.96	»	»
	MOYENNE. 10.93	MOYENNE. 10.85	+ 0.08

En comparant les moyennes, on constate que, dans cinq séries sur six, la digestion donne des résultats un peu supérieurs à ceux

de l'épuisement. Les différences ne sont sensibles que dans la quatrième série, où l'écart maximum est de 0.19 p. 100 et l'écart moyen de 0.14 p. 100. Mais quelque minimes que soient les différences constatées, il résulte à l'évidence de l'ensemble des essais, que la digestion alcoolique donne des chiffres faiblement supérieurs à ceux de l'épuisement alcoolique.

La cause de ce fait nous paraît consister d'abord dans la difficulté d'expulser complètement l'air d'un mélange de pulpe et d'alcool, et ensuite dans l'incertitude inhérente à la détermination du volume occupé par le marc et dont il faut naturellement tenir compte. Le volume de la solution sucrée serait donc un peu plus faible que celui porté en compte. Nous avons fixé pour chaque série le volume V occupé par le marc de la manière suivante :

P étant le poids de la pulpe employée ;

M celui du marc p. 100 de betterave = 100 — jus d'après Stammer ;

1.6 densité moyenne du marc d'après Tollens.

$$V = \frac{P \times M}{100 \times 1.6}.$$

Degener propose l'emploi d'un coefficient constant de 0.964 pour tenir compte du volume occupé par le marc ; Vivien, de son côté, fixe ce volume à 0.13 cent. cubes pour le poids normal de $16^{gr},19$ de pulpe.

Les erreurs inhérentes au dosage du marc et à la détermination de sa densité influent nécessairement sur l'exactitude de la valeur de V. Mais, en admettant même que l'on puisse se tromper dans cette détermination du simple au double, la correction à appliquer de ce chef au résultat de l'analyse par digestion n'atteint celui-ci que dans la seconde décimale. Il n'en est pas moins vrai, cependant, que le volume occupé par le marc introduit dans l'analyse de la betterave par digestion alcoolique un élément à discussion qui n'existe pas dans la méthode par épuisement.

Écarter autant que cela est possible, dans l'état actuel de la science, tous les éléments à discussion, tel doit être le principal objectif de celui qui recherche une méthode réellement scientifique.

Cette raison nous fait conclure à la supériorité de la méthode par épuisement alcoolique de la pulpe.

Par la rapidité et la facilité de son exécution et par la simplicité du matériel qu'elle exige, la digestion alcoolique se recommande aux chimistes des fabriques qui doivent exécuter des milliers d'analyses par campagne. Elle donne certainement des résultats se rapprochant beaucoup de la vérité, puisqu'ils ne s'écartent de ceux obtenus par l'épuisement que de 0.1 à 0.2 p. 100. Mais nous sommes d'avis que l'épuisement alcoolique est la méthode qui doit être adoptée à l'avenir par tous les laboratoires ayant un caractère scientifique [1].

CONCLUSIONS

Des recherches relatées dans le présent travail, découlent les conclusions suivantes :

1. Il n'existe pas de différence dans le pouvoir rotatoire du saccharose suivant qu'on l'examine en solution aqueuse ou en solution alcoolique.

2. L'épuisement par l'alcool à 85 degrés permet de retirer facilement d'une pulpe suffisamment fine la totalité du sucre qu'elle renferme.

3. Le saccharose dissous dans l'alcool à 60 degrés G.-L. n'est pas décomposé à la température d'ébullition de sa solution.

4. La pulpe obtenue par une bonne râpe forme, après un mélange rapide, une masse assez homogène pour qu'une prise d'essai de 25 à 50 grammes puisse être considérée comme en représentant la composition moyenne.

5. Le procédé d'analyse reposant sur la dilution du jus de betterave par son volume d'alcool absolu donne sensiblement les mêmes chiffres que la méthode ordinaire. L'alcool à froid ne précipitant pas

---

1. Un chimiste, aidé d'un garçon de laboratoire, peut, avec cinq appareils de Soxhlet, exécuter en huit heures de travail vingt analyses de betteraves. En réunissant tous les extraits alcooliques et en retirant l'alcool par distillation, la dépense en alcool se réduit de moitié.

le « non-sucre » optiquement actif, cette modification de l'ancien procédé ne présente aucun avantage.

6. Le titre saccharin de la betterave à sucre, obtenu par digestion ou par épuisement alcoolique de la pulpe, est en moyenne de 0.5 p. 100 inférieur à celui trouvé par l'ancienne méthode. Cette différence est due à ce que trois causes d'erreur viennent influencer les résultats de l'ancienne méthode : *a*) Le jus sur lequel porte l'analyse ne représente pas le jus normal ; *b*) il renferme des matières polarisantes non-sucre ; *c*) le coefficient conventionnel de 0.95 n'est pas exact.

7. La digestion aqueuse de la pulpe opérant non sur le jus, mais bien directement sur la betterave, élimine deux de ces causes d'erreur, mais elle conserve celle due à la présence du « non-sucre polarisant ». Les résultats fournis par ce procédé sont en moyenne de 0.3 p. 100 inférieurs à ceux de la méthode indirecte, et en moyenne de 0.2 p. 100 supérieurs aux chiffres que l'on obtient par les méthodes alcooliques.

8. La digestion alcoolique fournit des résultats faiblement supérieurs à ceux de l'épuisement alcoolique. La différence a varié dans nos essais de 0.03 à 0.14 p. 100. La correction nécessitée par le volume occupé par le marc, quelque minime que soit son influence, introduit dans la méthode de digestion un élément à discussion qui n'existe pas dans le procédé de l'épuisement.

9. L'épuisement par l'alcool d'un poids de 25 à 50 grammes de pulpe mélangée est, dans la situation actuelle de nos connaissances, de toutes les méthodes analytiques celle qui présente le plus de chances d'exactitude pour déterminer le sucre contenu dans la betterave. Ce procédé se recommande particulièrement aux laboratoires scientifiques, tandis que la digestion alcoolique, par sa rapidité et la simplicité de l'opération et du matériel nécessaire, nous paraît surtout convenir aux laboratoires des fabriques de sucre.

ACHAT DES BETTERAVES SUIVANT LEUR TENEUR RÉELLE EN SUCRE

Par H. Pellet, chimiste,
Directeur des Laboratoires des Sucreries centrales de Wanze.

Depuis longtemps presque toutes les matières premières sont achetées à leur valeur réelle, c'est-à-dire suivant la quantité de matière utilisable qu'elles renferment et pour laquelle elles sont achetées.

C'est ainsi que dans l'industrie métallurgique tous les minerais sont analysés et payés selon la dose du principe spécial que l'on doit extraire.

C'est ainsi que les quinquinas sont achetés suivant la dose de quinine qu'ils contiennent, que les engrais sont vendus selon leur richesse en principes fertilisants, et il nous paraît inutile d'énumérer toutes les matières achetées ainsi suivant leur valeur réelle.

Ce n'est véritablement que dans l'industrie agricole que les matières premières ont été, du moins jusque dans ces dernières années, achetées ou vendues selon leur poids, sans se préoccuper de leur richesse.

La betterave, par exemple, a été vendue par les cultivateurs au poids, et ce n'est que dès l'année 1873-1874 qu'on s'est préoccupé de l'acheter, sinon à sa valeur réelle, du moins suivant une méthode indirecte, la densité, qui était un grand progrès dans les transactions commerciales.

Mais pendant plusieurs années l'achat à la densité resta stationnaire et ce ne fut qu'en 1884 qu'on commença à l'appliquer dans un grand nombre de sucreries, principalement en l'année 1885, puisque la loi française de 1884 fut votée au mois de juillet seulement, c'est-à-dire en pleine végétation de la betterave pour la campagne 1884-1885.

Les fabricants de sucre furent naturellement portés à l'acheter à la densité, puisqu'ils payaient l'impôt au poids et qu'ils avaient la possibilité d'avoir un excédent sur la prise en charge.

On fit donc des contrats spéciaux avec des prix par degré du densimètre.

Il suffit de voir les journaux sucriers pour lire des modèles de contrats de vente de betteraves différents les uns des autres.

Après un grand nombre d'essais, le mode d'achat à la densité a donc été employé en France, et aujourd'hui il y a peu de fabriques qui n'aient cette base d'achat des betteraves.

Mais cette base est-elle absolument exacte et chaque cultivateur y trouve-t-il son compte ? Voilà ce qu'il faut démontrer.

Or, en Belgique on a fait des essais, et M. le Dr Petermann a trouvé qu'à une même densité ne correspondait pas toujours une même teneur en sucre, que par conséquent le quotient de pureté au jus pouvait varier notablement, et on a acheté la betterave à sa teneur réelle en sucre pour 100 grammes de racines.

Le procédé belge n'a pas été suivi en France, par suite des difficultés des analyses de contrôle, faciles à expédier aux laboratoires spéciaux lorsque le territoire est petit, mais difficiles d'exécution en France, surtout à une époque où les laboratoires n'étaient pas aussi nombreux qu'aujourd'hui, et, il faut bien le dire, parce qu'on trouvait plus simple la prise de la densité qui pouvait se faire à l'aide de densimètres et par une personne qui n'avait pas besoin d'être initiée aux analyses chimiques.

Avec les procédés nouveaux, l'analyse directe de la betterave ne présente plus de difficultés et, pour y parvenir, nous allons indiquer les moyens, qui se diviseront en deux chapitres :

1° *Prise de l'échantillon moyen des racines ;*

2° *Méthode de dosage direct du sucre contenu dans la betterave.*

I.

Prise de l'échantillon.

Nous admettons le cas le plus général de la prise de l'échantillon à la bascule.

Pour cela, on destine à l'analyse les betteraves qui font partie de la tare. Or, on pèse généralement 20 à 25 kilogr. de betteraves pour prendre la tare (de terre et des collets).

La tare varie beaucoup suivant les années et les saisons (de 5 à 100 p. 100).

D'autre part, le poids moyen de la racine est sujet à des variations assez notables et après la tare il reste 30 à 60 betteraves environ.

Il n'est pas nécessaire de prélever un échantillon sur chacune des racines, mais il faut que, si l'on n'opère que sur 10 ou 20 racines, ces betteraves représentent autant que possible la moyenne.

Pour y parvenir, voici ce que nous avons dit il y a déjà longtemps. Disposer toutes les betteraves les unes à la suite des autres par ordre de grosseur et alors prendre la première, la quatrième, la septième, etc., jusqu'à la fin.

On a donc un échantillon moyen proportionnel, c'est-à-dire que le nombre des grosses est proportionnel à celui des petites, comme dans l'échantillon total, ce qui n'est pas pour les analyses exécutées sur un lot formé avec deux betteraves grosses, deux moyennes et deux petites.

Sur ce lot proportionnel composé de 10 ou 20 racines, on procède au râpage comme il sera dit tout à l'heure.

Pour les silos, la prise d'échantillons pourra être faite d'après les indications qui ont été insérées dans une petite brochure publiée par l'Association des chimistes de sucreries de France et des colonies.

De même pour les prises d'échantillon sur le terrain.

On aura toujours finalement un lot moyen pour l'analyse. Anciennement et encore maintenant, lorsque l'analyse doit être faite par deux ou trois chimistes, on sépare ce dernier lot en trois parties, et on adresse à chaque chimiste des betteraves entières. C'est une méthode défectueuse et qui donne lieu à des divergences parfois considérables dans les résultats et à des réclamations constantes.

Il faut absolument que chaque chimiste opère sur la même matière. En agissant comme cela se pratique encore malheureusement, les erreurs peuvent être préjudiciables à l'une ou à l'autre partie. Que dirait-on si, pour l'analyse d'un minerai de fer, on envoyait à chacun des chimistes des gros morceaux de minerai ? Est-ce qu'on ne commence pas par diviser les parties qui doivent servir à l'analyse ?

Pourquoi agir différemment avec la betterave, dont le prix de l'unité du sucre est en somme assez élevé ?

Ce qu'il faudrait évidemment, c'est râper la betterave et envoyer

à chaque chimiste un même échantillon de pulpe, mais la pulpe divisée ainsi s'altère rapidement et il faudrait adjoindre à cette pulpe un agent conservateur ; tout cela serait peu pratique.

Ce qui pour nous est plus simple, c'est de couper chaque betterave en quatre parties aussi égales que possible et de composer ainsi quatre lots de 10 ou de 20/4 de betteraves.

On procède à ce découpage à l'aide d'un couteau de boulanger, à longue lame flexible.

Alors les quatre lots étant préparés, le cultivateur en choisit un, le fabricant un autre. Si avec le contrôle on veut un départage, on envoie un troisième lot, en même temps que celui du contrôle. Le quatrième lot peut être expédié à un laboratoire central, s'il s'agit de râperies et qu'on veuille vérifier les analyses de chacune des râperies annexes.

Mais ces quarts de betteraves étant découpés, il s'ensuit une évaporation plus ou moins rapide, d'où une perte de poids et une augmentation de la richesse saccharine.

Or, il est facile de tenir compte de cette perte. Avant l'envoi aux chimistes, on pèse le tout et on note le poids en toutes lettres sur un bordereau spécial, poids approuvé par le cultivateur ou son représentant.

Le chimiste à l'arrivée pèse à nouveau l'échantillon et alors inscrit le poids sur son bulletin d'analyse.

On connaît donc la perte en poids subie durant l'espace de temps compris entre l'expédition et le moment de l'analyse et l'on tient compte très facilement de cette perte de poids sur la richesse par un simple calcul, que nous indiquerons.

Ces analyses de contrôle ou de départage, du reste, ne se font pas pour chaque prise de tare. Elles doivent être faites de temps à autre pour voir comment opère la sucrerie qui, elle, analyse sur toutes les voitures, comme cela se fait pour la prise de la densité du jus.

Nous sommes donc en présence de deux cas :

Betteraves entières ou betteraves découpées.

Pour les betteraves entières, il suffit de les passer à la râpe conique de Pellet et Lomont pour obtenir assez de pulpe destinée à l'analyse directe.

Cette râpe rationnelle est connue et très employée aujourd'hui. Elle prélève sur chaque betterave une partie proportionnelle de matière, ce qui n'est pas avec toutes les autres râpes ou tout autre mode d'opérer.

La pulpe non mélangée est mise dans une terrine, on la mélange parfaitement, et ensuite on en met une poignée dans une jatte de porcelaine qu'on recouvre d'une plaque de verre pour empêcher l'évaporation. Sur cette plaque de verre on place le numéro en bois qui sert pour reconnaître l'échantillon.

Lorsqu'on a les morceaux de betteraves, on les passe de même à la râpe conique, mais sur le côté, et on continue comme s'il s'agissait de betteraves entières. Dans les deux cas, on doit séparer les semelles.

Nous devons dire que pour l'expédition des 1/4 de betteraves il n'est pas nécessaire de mettre des feuilles de betteraves ou d'autres matières. Quoi qu'on fasse, il y a toujours une perte dont il faut tenir compte. En ne mettant rien autour des betteraves, on a une perte un peu plus forte, mais on évite des réclamations de la part du cultivateur, si, comme cela peut arriver, on se sert de feuilles humides ou de feuilles salées, etc.

La betterave est divisée ainsi à l'état de pulpe fine, car la râpe conique est maintenant pourvue d'un disque taillé en forme de râpe ou lime à bois, et la pulpe peut être analysée par plusieurs méthodes [1].

Nous passons donc à la deuxième partie, l'analyse de la betterave.

II.

Analyse de la betterave. — Dosage direct du sucre p. 100 gr.

Le dosage direct du sucre pour 100 grammes de racines peut s'effectuer par plusieurs méthodes :

1° Par l'alcool ;

2° Par l'eau.

---

1. Il est bien entendu que toutes les betteraves, avant d'être passées à la râpe ou découpées pour en envoyer des parties à divers chimistes, doivent être soigneusement lavées et débarrassées de la terre.

Pour chacun de ces liquides on peut employer :

La digestion à froid ;

La digestion à chaud ;

L'extraction à chaud à l'alcool et l'eau ;

L'extraction à froid par l'eau.

Notre intention n'est pas d'indiquer pour les sucreries les méthodes à l'alcool qui présentent une série d'inconvénients. L'alcool coûte cher, peut provoquer des incendies, et de plus, au point de vue chimique, on a reconnu que l'alcool dissolvant mal le sucre en présence des substances étrangères contenues dans la betterave, la digestion n'était plus complète et l'extraction insuffisante.

C'est pourquoi aujourd'hui on a rejeté presque partout la digestion alcoolique à chaud pour conserver, en Allemagne surtout, l'extraction alcoolique. Mais pour cette extraction il faut des appareils spéciaux, et dans ces derniers temps les auteurs ont modifié leurs anciens extracteurs, lesquels présentaient certains défauts.

Enfin, tous les extracteurs alcooliques réclament, pour donner exactement la richesse saccharine, une seconde opération pour vérifier l'épuisement.

Tout cela est long et dispendieux.

Aussi n'entrerons-nous pas dans les détails de chacune des méthodes, nous dirons seulement en quoi consistent les deux méthodes aqueuses que nous préconisons.

Digestion aqueuse à chaud.

Ce procédé est entré dans la pratique durant la campagne 1887-1888, et a permis d'exécuter un grand nombre d'analyses.

Voici en quoi il consiste :

1° On pèse $15^{gr},2$, $26^{gr},048$, $32^{gr},4$ ou $52^{gr},096$ de pulpe, aussi homogène que possible, qu'on introduit dans un ballon de 200 cent. cubes portant les divisions de 200 à 210 cent. cubes.

On se sert pour cela d'un entonnoir en fer-blanc à large ouverture et reposant sur le col du ballon élargi.

On s'aide d'un agitateur à bout aplati. On lave l'entonnoir intérieurement et extérieurement. On ajoute de 3 à 10 cent. cubes de

sous-acétate de plomb, suivant le poids prélevé et la qualité des betteraves, on remplit le ballon jusqu'à près de 200 cent. cubes. On place le tout au bain-marie chauffé à 75-80 degrés centigr. On laisse le tout durant une demi-heure. On refroidit et on complète le volume après avoir abattu la mousse par quelques gouttes d'éther.

Pour tenir compte du volume occupé par le marc de betteraves et du volume occupé par le précipité plombique, on fait alors :

$200^{cm3},80$ pour $16^{gr},2$
201 ,35 pour 26 ,048
201 ,7 pour 32 ,4[1].

On agite et l'on filtre. Le liquide filtré doit être légèrement alcalin. On l'acidifie à l'aide de 2 ou 3 gouttes d'acide acétique cristallisable et l'on polarise au tube de $0^{m},40$. On a alors directement la richesse de la betterave pour 100 grammes de racines, ou le double de la richesse, suivant qu'on a pris le poids ou le double poids normal.

Nous devons dire que, l'excès de sous-acétate de plomb ne nuisant en rien, il est préférable d'en mettre plus que moins. Avec les betteraves normales, on peut n'employer que 10 cent. cubes de sous-acétate de plomb pour 100 grammes de pulpe. Pour des betteraves non mûres ou conservées, on doit ajouter parfois jusqu'à 20 cent. cubes de sous-acétate de plomb pour 100 grammes de pulpe.

Pour la pratique, on emploie des bains-marie de 12 cases, lesquels sont alimentés régulièrement à l'aide d'un réservoir à niveau constant.

On a trois cases mobiles et un refroidisseur.

Un panier à douze cases sert à recevoir les ballons en préparation, un autre contient les ballons en chauffage et le troisième est au bain de refroidissement.

On peut donc faire ainsi 24 analyses en une heure, soit plus de 250 en onze heures.

Des essais ont démontré à divers expérimentateurs que le prélè-

---

1. Ou bien on peut peser :

$25^{gr},87$ } et faire un volume de 200^{cm3}.
16 ,09 }

vement de 16gr,200 ou de 52gr,096 donnait le même résultat lorsque l'échantillon est homogène.

Dans la pratique, on se sert du même procédé pour l'analyse des cossettes fraîches entrant à la diffusion.

On n'a qu'à hacher la cossette représentant un échantillon moyen.

On a fait un grand nombre d'essais et on a conclu que la digestion aqueuse à chaud donnait les mêmes résultats que l'analyse à l'alcool par digestion ou par l'extraction.

Lorsqu'il y a eu des différences en moins par l'alcool, on a trouvé que ces écarts provenaient de plusieurs causes que nous résumons ainsi :

1° La dose de sous-acétate de plomb était trop faible pour les analyses aqueuses ;

2° La dose de sous-acétate de plomb était trop forte en présence de l'alcool ;

3° L'extraction à l'alcool était insuffisante ;

4° La digestion alcoolique était incomplète.

En effet, on a reconnu qu'il y a dans la betterave des substances pectiques qui polarisent fortement à droite. M. L. Chevron a démontré que la pectine deviait à droite de 3 à 3,5, le sucre étant 1.

Or, la betterave renferme 1 à 1,5 de pectine et autres substances analogues.

Il suffit donc de la présence de quelques décigrammes de pectine pour avoir une différence en plus par l'eau de 0.2 à 0.5 p. 100.

Or, les substances pectiques sont complètement précipitées par le sous-acétate de plomb en quantité suffisante.

Puis un grand excès de sous-acétate de plomb peut agir sur l'asparagine et augmenter son pouvoir rotatoire à droite. L'acide acétique neutralise cet effet, c'est pourquoi il faut acidifier avant de polariser.

D'autre part, d'après les travaux de J. Weisberg et de plusieurs chimistes, l'excès de sous-acétate de plomb diminue la polarisation au sucre en présence de l'alcool.

Il ne faut donc mettre qu'un volume déterminé de sous-acétate de plomb dans les essais à l'alcool, volume qui est en général moitié moindre que pour les essais à l'eau.

Même avec l'alcool, si la dose de plomb est insuffisante, il peut y

avoir un excès de polarisation par suite de l'action des principes pectiques, surtout lorsque l'alcool est étendu à 80-85 degrés et qu'on pèse 52^{gr},096 de matière.

Pour les appareils à extraction alcoolique, la durée de l'épuisement doit être prolongé jusqu'à une heure et demie et deux heures.

Puis on doit renouveler un second épuisement pour être certain d'avoir un épuisement complet. Quelques appareils réclament une durée de trois heures pour avoir une extraction complète. On peut avoir cependant des extracteurs alcooliques rationnels épuisant en 10 ou 20 minutes. Il suffit de chauffer tout le ballon, d'éviter le refroidissement des vapeurs d'alcool qui doivent revenir sur la pulpe, — d'avoir un tube étroit dans lequel on met la pulpe.

Pour la digestion alcoolique, l'épuisement n'a lieu qu'après une heure ou deux heures suivant la grosseur de la pulpe.

On a démontré en Allemagne que la digestion alcoolique devait être écartée et qu'elle n'était applicable qu'autant que la pulpe était très fine.

On doit chauffer au point d'ébullition de l'alcool, soit 80 à 83 degrés, et alors le ballon est surmonté d'un tube refroidisseur.

Diffusion aqueuse instantanée et à froid.

Nous arrivons maintenant à la diffusion aqueuse instantanée et à froid.

Ce procédé repose sur ce principe que l'eau enlève tout le sucre de la pulpe à froid et instantanément, lorsqu'elle est suffisamment divisée.

On a trouvé que si la râpe conique, au lieu d'avoir des dents, était taillée comme une lime à bois, la pulpe était assez fine pour être analysée par la diffusion instantanée à froid.

Déjà avec des appareils spéciaux, Stammer avait démontré que l'alcool peut servir à la digestion ou diffusion alcoolique à froid, à la condition de préparer de la *crème* de betteraves.

Mais ces appareils débitent généralement peu.

La râpe conique modifiée débite beaucoup et la pulpe est dans de bonnes conditions pour l'analyse à froid.

On opère alors comme suit :

Sur la pulpe on pèse 16gr,20, 26gr,048 ou 32gr,40 ; on passe le tout dans un ballon de 200 cent. cubes à l'aide d'un jet d'eau.

Pour cela, on a un flacon de 5 à 10 litres, posé sur une étagère ; au bas du flacon, une tubulure porte un bouchon à 2 trous. A l'un on a mis un tube de caoutchouc terminé par un bout de tube de verre de 4 à 5 millimètres de diamètre.

On pince le caoutchouc par une pince de Mohr. Le second trou reçoit un tube semblable mais effilé, et c'est par ce tube effilé qu'on a le jet nécessaire à faire écouler, sans agitateur, la pulpe dans le ballon.

On met 3 à 6 cent. cubes de sous-acétate de plomb. On verse par petites parties 1 à 3 cent. cubes d'éther pour abattre la mousse. On complète à 200cc,75 ou 201 cent. cubes. On agite et l'on filtre de suite.

On continue l'opération comme ci-dessus.

Une analyse de betterave, à partir de la pesée, peut ainsi n'exiger que 3 à 4 minutes.

Un grand nombre d'essais ont démontré que les résultats fournis par cette nouvelle méthode étaient aussi exacts que par la digestion aqueuse à chaud, ou l'extraction alcoolique bien conduite.

Nous devons dire seulement que, pour les essais à froid, la pulpe doit être absolument débarrassée des semelles. Ce qui est facile à éviter en ôtant sur les betteraves toutes les petites radicelles.

Lorsqu'on on a des quarts ou des parties de betteraves, on se sert de la même râpe en disposant sur le côté un support à betteraves.

Mais il y a des semelles et on doit les écarter par un passage à travers un tamis à mailles très larges pour opérer à froid. Ou bien on se sert du hache-viande, mais alors il faut opérer à chaud comme pour les cossettes fraîches.

Nous espérons que bientôt on aura aussi un appareil simple pour diviser les cossettes fraîches et les semelles à un état assez fin pour l'analyse à froid.

On ne doit pas peser plus de 32gr,4 pour 201 cent. cubes ; avec 52gr,096 le mélange est trop épais.

Pour la pratique, il n'est pas utile de filtrer instantanément après chaque pesée. On peut entreprendre une série de 12 ou 20 essais et polariser ensuite par séries.

On peut également remplacer les poids de 26gr,048 ou de 52gr,096 par ceux de 25gr,95 et de 51gr,70. Alors on ne fait que 200 cent. cubes au lieu de 200cc,75 ou 201cc,5.

Avec le procédé par diffusion aqueuse instantanée à froid, on voit que l'on peut exécuter près de 300 analyses par 10 ou 11 heures et cela très facilement et très économiquement.

On peut calculer très exactement le prix de revient d'une analyse. C'est seulement quelques centimes, y compris l'intérêt du matériel. Le matériel peut être complet pour une somme de 1 000 à 1 100 fr.

L'analyse à froid permettra d'exécuter, durant la campagne 1889-1890, plus de 100 000 analyses de betteraves réparties en 13 laboratoires.

L'analyse est faite alors sur un poids moyen de 2 000 kilogr.

Déjà, durant les années 1887-1888-1889 on a pu faire, dans les mêmes circonstances, plus de 110 000 analyses de betteraves, mais par la digestion aqueuse à chaud.

Comparaison entre les méthodes alcooliques et aqueuses.

Pour montrer les résultats obtenus par l'eau comparativement avec les analyses alcooliques, nous ne pouvons mieux faire que de placer ici les résultats qui ont été déduits d'un grand nombre d'analyses exécutées dans divers laboratoires par les deux méthodes, et ce durant la campagne 1887-1888.

Par l'alcool[1]. (Gembloux, Hasselt)	Par l'eau[2].
12.70	12.70
12.90	13.00
11.60	11.40
12.74	12.40
12.02	12.40
12.14	11.90
11.40	11.20
13.15	12.20
12.54	12.70
12.26	12.21

1. Laboratoire de contrôle opérant sur des quarts de betteraves et en tenant compte de la perte de poids de l'échantillon.

2. Laboratoire d'une sucrerie : analyse sur des quarts des mêmes betteraves envoyées aux laboratoires de contrôle.

NOMBRE d'analyses.	EXTRACTION alcoolique.	DIGESTION alcoolique.	DIGESTION aqueuse à chaud
18	10.60	10.50	10.59
85	12.25	»	12.22
166	»	12.27	12.37
103	11.96	»	11.93
184	»	12.10	12.20

RÉSUMÉ GÉNÉRAL.

287	Par l'alcool (extraction et digestion).	12.05
	Par l'eau (digestion à chaud) . . .	12.10

En ce qui concerne l'analyse aqueuse à froid, nous devons donner également quelques séries de résultats pour montrer que, lorsque la pulpe est assez fine, l'analyse à froid ne le cède en rien comme exactitude à l'analyse à chaud.

	A FROID.	A CHAUD.
1	10.20	10.30
2	12.60	12.65
3	11.70	11.70
4	10.70	10.65
5	11.15	11.25
6	10.30	10.30
7	11.35	11.30
8	12.30	12.40
9	11.75	11.70
MOYENNES. . .	11.34	11.38
10	13.20	13.25
11	11.50	11.50
12	7.70	7.65
13	9.10	9.10
14	8.40	8.40
15	8.85	8.85

Avantages de l'analyse directe de la betterave sur l'analyse par la densité.

Avec la densité il y a souvent des contestations entre le cultivateur et le fabricant, pour une foule de causes dont les principales sont les suivantes :

1° Influence de la râpe ;

2° Influence de la pression et de la durée ;

3° Influence de l'air dans le jus ;

4° Influence de la température ;

5° Exactitude du densimètre et son mode de graduation.

Nous n'avons pas l'intention d'examiner en détail successivement chacune de ces causes. Nous dirons seulement qu'on sait parfaitement aujourd'hui que pour une même betterave, suivant la nature de la râpe, ou plutôt suivant la grosseur de la pulpe, la densité du jus ne sera pas toujours semblable.

On sait en outre que pour une même pulpe le jus n'a pas la même densité au commencement et à la fin de la pression. Avec les pulpes fines le jus de la fin est plus faible ; avec les grosses pulpes ou pulpes hachées surtout, le dernier jus est plus riche.

Où est l'exacte vérité dans tout cela ? On n'a pas encore pu le dire.

Quant à l'influence de l'air, elle est manifeste, et c'est pourquoi l'on indique de laisser le jus en repos durant dix minutes environ. Mais ce temps est parfois insuffisant.

On a aussi, suivant le mode de râpage et le mode de pression, une influence de la pulpe folle.

C'est pourquoi en général, maintenant, on décante le jus, qui est débarrassé alors en grande partie des pulpes folles et de la terre restée encore adhérente dans certaines cavités de la betterave.

Pour la température, on peut en corriger l'influence par des tables de correction. Elles sont diverses, il est vrai, mais les écarts ne sont pas très sensibles, surtout pour les degrés voisins de 15 degrés.

Depuis quelque temps déjà on discute le mode de graduation du densimètre.

Puis on a la lecture directe au saccharimètre.

Tandis que par le densimètre, on a en outre le mode de lecture, l'influence du ménisque.

Puis la correction de la température, etc.

Nous comprenons parfaitement que l'on ne puisse utiliser les méthodes alcooliques, qui, en dehors de leur prix de revient, exigent un temps considérable, un double épuisement, et peuvent être cause de graves incendies.

Mais nous croyons que la méthode aqueuse à froid ne laisse rien à désirer sous le rapport de l'exactitude, de la rapidité et de la simplicité.

Avec ce mode d'achat à l'analyse directe, le fabricant ne paiera la betterave que selon sa valeur et le cultivateur recevra de son côté exactement le prix de sa marchandise.

Il n'y aura plus de sujets de discussions et c'est pourquoi, dans l'intérêt général, dans l'intérêt du fabricant comme du cultivateur, nous avons cru devoir soumettre cette étude à la réunion du deuxième Congrès international des directeurs des stations agronomiques et des laboratoires agricoles.

Nous ne doutons pas, en effet, que, si la réunion approuve les bases de notre mémoire, dans un bref délai la nouvelle méthode aura remplacé partout l'ancien mode d'achat qui, après examen, ne peut plus donner satisfaction aux parties intéressées.

Un grand nombre de chimistes ont publié des résultats obtenus à l'aide de nos diverses méthodes d'analyses de la betterave et n'ont pu que constater leur exactitude.

Nous devons citer particulièrement : MM. le Dr Petermann et J. Weisberg en Belgique, M. Clerck en Allemagne et M. le directeur du laboratoire de l'Association des fabricants de sucre de l'Autriche-Hongrie à Vienne. Nous ne pouvons mieux faire que de terminer ce mémoire par les conclusions ci-après, que nous extrayons des notes parues.

M. le Dr Petermann, directeur de la station agronomique de l'État à Gembloux, termine ainsi son mémoire dans la *Sucrerie belge* du 15 décembre, page 153 :

« La diffusion instantanée se recommande à l'emploi général dans « tous les laboratoires devant exécuter un très grand nombre d'ana- « lyses de betteraves, avec la plus faible dépense possible de travail, « de temps, de réactif et de gaz. »

Voici ce qu'écrit M. J. Weisberg dans la *Sucrerie belge* du 1er janvier 1880, page 181 :

« Comme conclusion, nous dirons que toutes les expériences que « nous venons de citer nous ont décidé à adopter définitivement la « *diffusion à froid* comme méthode d'analyse. Ajoutons qu'à une

« précision égale de l'extraction alcoolique, la méthode à froid réu-
« nit le grand avantage d'être très simple et très rapide.

« L'analyse de la betterave par cette méthode ne demande pas
« plus de temps que l'ancienne méthode au jus. »

Enfin, M. le Directeur du laboratoire des fabricants de sucre d'Autriche-Hongrie a publié récemment une note dans laquelle il est dit que le nouveau procédé de Pellet pour le dosage direct du sucre dans la betterave est très exact; il ne pense pas qu'on puisse trouver une méthode plus simple et plus rapide.

RÉPONSE A LA QUESTION 4 DU PROGRAMME

DU 2e CONGRÈS INTERNATIONAL DES DIRECTEURS DES STATIONS AGRONOMIQUES

Envoyée par M. E. Guinon,
Directeur de la station agronomique de Châteauroux.

L'opinion des cultivateurs qui ont observé l'influence des engrais potassiques est que, d'une manière générale, leur efficacité est peu appréciable sur les céréales. Elle est manifeste, au contraire, sur les betteraves.

Résultats d'expériences dans le champ de la Station agronomique, moyennement riche en potasse (1.22 par kilogr. de terre attaquée par l'acide azotique à chaud).

Essais sur blé : 1876-1877.

	GRAIN.	PAILLE.	PRODUIT TOTAL.
	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
1° Sulfate d'ammoniaque. . . . . Superphosphate . . . . . Chlorure de potassium.	1 060	3 266	4 336
2° Même engrais sans potasse. . .	1 077	3 038	4 115
3° Matières organiques torréfiées. . Superphosphate . . . . . Chlorure de potassium.	1 149	3 240	4 389
4° Même engrais sans potasse. . .	952	2 780	3 732

L'excédent de produit de la parcelle n° 1 n'a porté que sur la paille. Dans la parcelle n° 3, au contraire, l'excédent occasionné par la potasse sur la parcelle n° 4 a été en grain de 197 kilogr. et en paille de 460 kilogr.

Essais sur la betterave fourragère en 1878 sur le même sol.

Les parcelles, établies dans le sens transversal de celles cultivées en blé l'année précedente, ont toutes profité également des engrais employés pour le blé.

Rendement à l'hectare.

	KILOGR.
1° Sulfate d'ammoniaque. . . . . Superphosphate . . . . . Chlorure de potassium.	37 200
2° Même engrais sans potasse.	32 800
3° Nitrate de soude . . . . . Superphosphate . . . . . Chlorure de potassium.	47 776
4° Même engrais sans potasse	37 080

Soit un excédent de 4340 kilogr. dans le premier cas, et de 10 696 kilogr. dans le second.

Sur d'autres terres, même pourvues de potasse, les résultats ont été beaucoup moins marqués.

ESSAIS SUR UNE TERRE DE BRENNE PAUVRE EN POTASSE.

(0.289 par kilog. de terre. — Commune de Velles.)

L'addition du chlorure de potassium dans les engrais a donné sur toutes les cultures un supplément de récolte.

La pesée des produits faite sur plusieurs parcelles de blé a donné comme rendement moyen à l'hectare :

En grain, 4 hectolitres et en paille 466 kilogr.

En 1888 et en 1889, la même observation a été faite par un propriétaire de la commune de Luant, également en Brenne : augmentation de rendement par la potasse et grain plus lourd.

De nouvelles expériences vont être organisées cette année pour vérifier ces résultats d'une façon précise.

QUESTION N° 8 : DE L'AMÉLIORATION DES SEMENCES. — CONTROLE ET VENTE DES GRAINES DE SEMENCES.

Note envoyée par M. A. Pagnoul, directeur de la station agronomique du Pas-de-Calais.

Nous avons eu l'occasion de faire un grand nombre d'essais de graines de betteraves. Nous avons étudié les divers appareils ou germoirs artificiels proposés pour ce genre d'essais, et nous avons dû successivement les abandonner tous.

Nous avons dû revenir aux essais non dans la terre pure ordinaire, mais dans de la terre additionnée de 50 p. 100 de sable ordinaire. C'est le meilleur mélange qui ait donné le maximum de grains germés et de germes produits.

Nous avons essayé aussi les appareils à humidité constante et à sable pur. Tous ont dû être rejetés.

Et nos conclusions ont été basées non seulement sur des essais personnels, mais encore sur des essais exécutés par divers laboratoires sur *la même graine*.

Nous avons pu ainsi constater qu'une graine qui avait donné dans notre laboratoire *96* à *100* grains germés à plusieurs reprises, n'avait donné que 72 dans un autre laboratoire et 93 dans un troisième, avec des quantités de germes très différentes.

Au contraire, dans trois laboratoires qui ont adopté l'essai dans le terreau (qui donne le même résultat que la terre additionnée de sable) on a eu des chiffres très rapprochés pour la même graine.

Nous demandons si des essais analogues ont été exécutés dans des stations agricoles et quels ont été les résultats.

Avant d'exercer un contrôle sur la vente des graines de semences, il est important d'être fixé sur une méthode qui soit à l'abri de reproches et qui donne satisfaction à la fois aux intérêts du cultivateur comme à ceux du producteur de graines.

Pour le compte rendu nous donnerons les détails de notre manière de procéder pour l'essai de germination des graines de betteraves.

AGRICULTURAL RESEARCH ASSOCIATION, FOR THE NORTH EASTERN COUNTIES OF SCOTLAND, SUIVANT THE ABERDEENSHIRE AGRICULTURAL ASSOCIATION.

Établissement à Glasterberry, près d'Aberdeen (Écosse).

Première période, 1875 à 1882.

L'établissement a été fondé en 1875, alors que plusieurs propriétaires et autres instituèrent une série d'expériences, très complètes et nombreuses, sur l'effet relatif de diverses formes de phosphates et de l'azote. Ces expériences furent poursuivies pendant une période de sept ans, à la fin de laquelle on considéra que les questions avaient reçu des solutions claires et concluantes.

Pour faire ces expériences, l'Association avait établi cinq stations distantes l'une de l'autre d'à peu près 20 kilom., pour avoir à sa disposition des stations d'expériences à des altitudes différentes et sous des climats différents, mais spécialement pour instituer précisément les mêmes expériences sur différentes espèces de sol : argile, sable, humus, etc. Mais les expériences ont démontré que, bien que les récoltes générales fussent grandes ou petites selon les différents sols, climats et les méthodes d'ouvrir le sol, néanmoins l'action *relative* des engrais ne différa pas beaucoup sur les différents sols.

On reconnut donc que l'engrais nourrit, non le sol, mais la plante, et à la fin de ces sept années on accepta que les expériences pourraient bien être concentrées dans une station.

Deuxième période, 1882.

La station, qui a commencé à fonctionner en 1882, consiste en 200 divisions ou plots (parcelles) d'expériences, dont 160 servent à des expériences, les autres sont en train d'être épuisées par des récoltes sans engrais, afin de les rendre convenables et appropriées pour étudier les questions telles qu'elles se posent. Avant de commencer, tout le sol de la station a été enlevé, mis de côté, bien mélangé et ainsi rendu très uniforme ; le sous-sol a été examiné, détaché, et le sol replacé en échelles de 1/1000 acre ($4^{mq},046$), étendue qu'après beaucoup d'essais sur une grande et petite échelle, on peut *adopter avec confiance,* pourvu toujours que le sol soit mélangé d'avance.

La direction entière de l'Association reste au directeur, qui peut augmenter le personnel à discrétion, avec la limite imposée par les fonds dont il est pourvu.

Les ressources budgétaires proviennent de souscriptions volontaires des propriétaires, qui ont fourni 25 750 fr. pour la fondation en 1882 (laboratoire, musée, station, etc.) et 50 000 fr. depuis ce temps, tandis que les fermiers ont donné 5 000 fr. Aussi en 1888, le Gouvernement a donné un subside de 1 250 fr., et l'on croit que c'est la première fois que l'État est venu en aide à la Recherche agricole. Les ressources sont bien loin d'être suffisantes : ainsi depuis 1882, le directeur n'a touché aucun traitement.

Les travaux consistent en expériences diverses sur la culture de plantes, spécialement sur l'effet des engrais de diverses formes, la permanence relative de leur action, leur influence sur les plus importantes familles botaniques, l'action des sels purs, et aussi l'introduction de nouveaux plants dans la culture, l'effet de la chaux sur différents sols, l'effet de la semaille faite à des profondeurs différentes, et à différents mois de l'année, etc.

Les résultats sont enregistrés et, chaque année, est publié un rapport contenant seulement les résultats des expériences qui ont amené à une conclusion qui peut être utile pour la pratique.

Ces rapports sont envoyés gratuitement aux tenanciers de tous

les propriétaires qui souscrivent, aussi à tous les journaux agricoles du pays, à un grand nombre de journaux ordinaires, aux chimistes, membres associés et membres honoraires, etc.

Enseignement.

Indépendamment de l'établissement de l'*Agricultural Research Association,* mais en relation avec lui, une série de leçons sur l'agriculture, spécialement les sciences qui touchent à l'agronomie, sont faites à l'Université d'Aberdeen, par le professeur J. Jamieson, qui dirige les expériences à Aberdeen, au nord de l'Écosse, et aussi à Sussex, au sud de l'Angleterre.

SUSSEX ASSOCIATION FOR THE IMPROVEMENT OF AGRICULTURE.

C'est engagé par le succès qui a marqué les expériences à Aberdeen qu'on a fondé, en 1881, cet établissement, qui est dirigé par le professeur Jamieson.

Les ressources budgétaires sont fournies par les propriétaires de Sussex et se montent annuellement de 10 000 à 15 000 fr. et ont été augmentées, en 1888, d'un subside du Gouvernement de 1 250 fr.

L'objet est de faire des expériences générales sur la culture de plantes, mais spécialement les expériences ayant des applications pratiques directes pour le bienfait des fermiers et qui peuvent servir à démontrer l'action des engrais et d'autres sujets.

Après avoir fait beaucoup d'expériences pendant cinq années, sur quatre différents types de sol, calcaire, argile, sable, *silicéo-argile,* et démontré l'action des différentes formes de phosphate, de l'azote et du potassium sur le blé, l'avoine, les navets, la betterave, le trèfle et l'herbe, on entreprit l'étude de la question du pâturage. Dans ce but, les quatre stations primitives furent fermées et quatre autres stations furent établies ; deux de ces stations s'occupent en-

core principalement des questions d'engrais et des recherches générales, tandis que les deux autres étudient seulement la question du *pâturage*.

Les questions à l'étude dans ces deux dernières stations sont : la meilleure manière d'établir un pâturage permanent et la meilleure façon d'améliorer un vieux pâturage. Ces recherches comprennent l'étude de l'action des engrais, des diverses semences, des diverses actions mécaniques, des divers systèmes de drainage, culture, *écorchure,* l'action de la chaux, etc.

Un rapport annuel est publié et envoyé à tous les membres, aux journaux, chimistes, etc. De plus, un sommaire de ce rapport est envoyé gratuitement à chaque fermier de Sussex.

J'ai le plaisir d'envoyer une collection de ces rapports des premières années. Ils contiennent des résultats qui touchent très directement les questions mises à l'ordre du jour du Congrès.

OBSERVATIONS DE M. PAGNOUL AU SUJET DU ROLE DE LA POTASSE ET DE SON EMPLOI DANS LES ENGRAIS.

M. Pagnoul présente les observations suivantes au sujet du rôle de la potasse et de son emploi dans les engrais.

L'analyse des terres du Pas-de-Calais, traitées simplement à l'ébullition par l'acide azotique étendu, donne des proportions de potasse dépassant presque toujours 0.2 et souvent même 0.3 p. 100. Aussi l'addition des sels de potasse sur ces terres ne produit guère, en général, d'effets bien constants. Ainsi dans les trois années d'expériences faites sur la betterave chez M. Dellisse, près de Béthune, dont il a déjà été question au sujet de l'acide phosphorique et auxquelles ont été consacrés une vingtaine d'hectares, les résultats paraissent tantôt favorables, tantôt défavorables au chlorure de potassium. Mais on sait que, dans ces expériences de grande culture, les différences généralement assez faibles que présentent les chiffres

obtenus sont souvent dues à des causes tout autres que celles que l'on a en vue et qu'il est prudent de ne conclure que sur des moyennes provenant d'un grand nombre d'essais. Or, en groupant les résultats obtenus à Béthune en 1885, on peut être conduit à attribuer à l'emploi de la potasse une influence favorable tant pour la richesse que pour le rendement.

Il est plus sûr cependant, pour rechercher les besoins réels de la plante, de recourir encore aux essais effectués dans un sable stérile. Ces expériences ont été faites pour la betterave en 1885 et en 1886. Les résultats relatifs à l'acide phosphorique ont été donnés dans la séance précédente, voici ceux qui concernent la potasse. Il faut dire que ces derniers ont une signification moins précise à cause de l'impossibilité où l'on se trouve d'opérer dans un milieu absolument dépourvu de potasse.

Les résultats obtenus en 1885 peuvent se résumer ainsi pour le rendement en poids de la betterave :

Avec engrais à azote nitrique et chlorure de potassium.	100
— sans chlorure de potassium. . .	100
— sans acide phosphorique	24
— sans azote.	4

En tenant compte de la richesse saccharine, on trouve que les quantités de sucre produites par un même nombre de plantes avec potasse et sans potasse seraient dans le rapport de 100 à 95.

L'addition de la potasse a donc été presque sans effet, mais il faut ajouter que sa suppression dans l'engrais n'a pas empêché la plante d'en trouver dans le milieu où elle a vécu. L'analyse de la racine a donné en effet p. 100 :

	POTASSE.	SOUDE.
Avec l'engrais à la potasse	0,606	0,103
— sans potasse	0,363	0,280

La potasse, dans ces analyses, a été déterminée directement ; la soude seulement par différence.

On ne peut donc affirmer que les résultats eussent encore été les mêmes dans un milieu absolument dépourvu de potasse.

Une seconde expérience, faite en 1886, a donné des résultats plus

concluants ; ils sont résumés dans le tableau suivant, où le rendement maximum est encore représenté par 100 ainsi que la production maxima de sucre obtenue avec un même nombre de plantes.

	RENDEMENT en poids.	SUCRE produit.
	—	—
Avec engrais à azote nitrique et chlorure de potassium . . .	100	100
— sans potasse	93	49
Avec engrais à azote ammoniacal et chlorure de potassium. .	70	66
— sans potasse.	34	26

La suppression de la potasse a donc eu ici une influence sensible sur le rendement en poids et une influence considérable sur la production du sucre, et les différences deviennent énormes lorsque l'azote ammoniacal est substitué à l'azote nitrique.

Mais en même temps on trouve aussi des différences bien plus grandes que tout à l'heure dans le rapport entre la potasse et la soude dosées dans la racine :

	POTASSE.	SOUDE.
	—	—
Avec azote nitrique et potasse.	0,565	0,200
— sans potasse	0,073	0,589
Avec azote ammoniacal et potasse.	0,761	0,000
— sans potasse	0,248	0,117

Ainsi, avec le nitrate de soude et le chlorure de potassium on obtient un poids de potasse presque triple du poids de la soude. En enlevant le chlorure, on obtient dans la plante un poids de soude 8 fois plus fort que celui de la potasse. Avec le sulfate d'ammoniaque et le chlorure de potassium on ne trouve plus de soude dans la plante ; si on supprime le chlorure, la potasse diminue des deux tiers, la soude reparaît et cette substitution de la soude à la potasse coïncide chaque fois, mais surtout dans le dernier cas, avec un abaissement considérable de la production du sucre.

Il semble donc résulter de ces expériences : 1° que la plante est très avide de potasse et qu'elle peut s'assimiler cette base dans un milieu qui n'en contient que des traces, en la choisissant toujours de préférence à la soude, ce qui explique pourquoi, dans nos terres qui en contiennent de fortes proportions, une addition de sels potassiques ne produit généralement aucun effet ; 2° que la potasse est

beaucoup plus favorable que la soude à la production du sucre ; 3° que dans les engrais à azote ammoniacal surtout, la suppression de la potasse, dans les milieux qui en manquent, entraîne non seulement un affaiblissement dans la production du sucre, mais aussi une diminution considérable du rendement en poids.

Cette influence de la potasse lorsque l'azote employé est à l'état ammoniacal a encore été vérifiée cette année pour le blé cultivé toujours dans un sable siliceux stérile. Voici en effet les poids relatifs d'un même nombre de plantes récoltées en juin avant la maturité :

Avec azote nitrique et potasse	100
— sans potasse	90
Avec azote ammoniacal et potasse	74
— sans potasse	43

La suppression de la potasse n'entraîne donc qu'une faible diminution du rendement quand on emploie le nitrate de soude ; cette diminution devient considérable quand on emploie le sulfate d'ammoniaque.

LE FUMIER DE TOURBE

Par A. Petermann,
Directeur de la station agronomique de l'État à Gembloux.

On sait depuis longtemps que la tourbe sèche convient fort bien à l'absorption des excréments des hommes et des animaux.

De toutes les matières employées comme litière, c'est la tourbe qui, pour un même poids, absorbe le plus grand volume d'eau. Le tableau suivant nous donne à cet égard des chiffres intéressants :

100 kilogr. de genêt retiennent	111 litres.	Petermann.
— de bruyère retiennent	190 —	
— de fougère retiennent	212 —	
— de paille de froment retiennent	254 —	
— — de seigle retiennent	389 —	Fleischer.
— de tourbe retiennent	895 —	
— — —	7 à 900 —	Wolff.

Le pouvoir absorbant de la tourbe pour les gaz n'est pas moins considérable. L'atmosphère de deux écuries de l'école vétérinaire de *Hanovre,* offrant les mêmes dimensions, $3^m,40$ de long, 4 mètres de large, sur $4^m,20$ de haut, dans chacune desquelles étaient logés deux chevaux se trouvant dans les mêmes conditions, renfermait par litre les quantités suivantes d'ammoniaque exprimées en grammes :

	Ire ÉCURIE. Litière de paille.	IIe ÉCURIE. Litière de tourbe.
1er jour	0.0012	0.0000
2e —	0.0028	0.0000
3e —	0.0045	0.0000
4e —	0.0081	0.0000
5e —	0.0153	Traces.
6e —	0.0168	0.0010

En ajoutant à la propriété précieuse que possède la tourbe de retenir fortement l'ammoniaque liquide et gazeuse, cet autre avantage qu'elle renferme déjà elle-même une assez forte proportion d'azote (0.5 à 2.0 p. 100), on comprend que le fumier de tourbe doit être plus riche que le fumier à base de litière pailleuse.

Si, malgré ces excellentes qualités, l'emploi de la tourbe comme litière — en dehors des cas spéciaux de quelques fermes possédant elles-mêmes des tourbières — n'a progressé que lentement et n'a pris un développement quelque peu important que depuis trois ou quatre ans, il faut en trouver la raison principalement dans les trois causes suivantes : 1° toutes les tourbes ne conviennent pas ; 2° la tourbe, pour fournir une bonne litière, exige une préparation spéciale ; 3° le cultivateur a des doutes sur l'efficacité du fumier de tourbe.

Les deux premiers points sont entièrement résolus depuis que l'on se borne à l'utilisation de la tourbe « mousseuse » et depuis que des fabriques spéciales soumettent celle-ci, après dessiccation, à un cardage mécanique.

La tourbe-litière préparée industriellement se présente en effet maintenant à l'état spongieux ; elle est fibreuse, sèche sans être poussiéreuse. Comprimée fortement en balles, comme on le fait pour le transport du foin, la tourbe-litière n'est pas encombrante. Son prix, 3 à 4 fr. les 100 kilogr., est très abordable lorsqu'on tient

compte de ce que, d'après les chiffres cités plus haut et les enseignements de la grande pratique, 100 kilogr. produisent le même effet comme litière que 210 à 225 kilogr. de paille et de la grande supériorité de la tourbe comme matière absorbante de l'ammoniaque.

L'efficacité du fumier de tourbe est constatée par de nombreux expérimentateurs. Résumant les recherches faites à cet égard, M. Fleischer, directeur de la Station agronomique de Brême, a nettement établi que le fumier de tourbe peut être employé aussi bien que le fumier ordinaire en terre légère, sablonneuse, calcaire, argilo-sablonneuse et sablo-argileuse. Pour le moment, en attendant des essais plus nombreux, on ne doit pas l'appliquer aux terres argileuses proprement dites, terres « lourdes », surtout lorsqu'elles ne sont pas drainées. Le pouvoir absorbant excessivement énergique de la tourbe pour l'eau rendrait ces terres encore plus humides et compactes, entravant ainsi la nitrification, et paralyserait les bons effets sur lesquels on a le droit de compter en enterrant une forte quantité de matières organiques sous forme de fumier.

Quant à la composition du fumier de tourbe, on consultera utilement le tableau ci-après donnant les résultats des analyses faites à la station agronomique dans les dernières années.

Ces chiffres montrent le bon emploi que l'on peut faire de la tourbe-litière lorsque l'on veut ou doit réduire l'application des pailles, soit pour cause de pénurie, soit que l'on trouve plus économique leur utilisation dans l'industrie ou comme fourrage, question sur laquelle M. Lecouteux a insisté dernièrement, avec beaucoup de raison, dans le *Journal d'agriculture pratique*.

Le second tableau démontre qu'en *moyenne* le fumier de tourbe est plus riche en éléments fertilisants que le fumier à litière de paille.

La propagation de l'emploi de la tourbe-litière constituerait par conséquent un progrès réel. Malheureusement, elle se heurte contre cette difficulté : les baux interdisent généralement la vente des pailles. Il est cependant hors de doute que le grand principe de la conservation de la fertilité du sol serait parfaitement garanti par le rachat d'un poids de tourbe sèche, moitié de celui de la paille exportée.

Composition du fumier de tourbe à l'état frais.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Eau	695.15	787.00	553.09	648.50	705.10	719.50	»	»	»
Matières organiques[1]	273.09	183.08	345.75	278.50	218.90	225.00	»	»	»
— minérales[2]	31.76	29.92	101.16	73.00	76.00	55.50	»	»	»
	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	»	»	»
1. Renfermant :									
Azote ammoniacal	1.37	1.43	1.03						
— organique soluble	1.43	1.62	1.60						
— — insoluble	3.71	2.25	7.01						
Azote total	6.51	5.30	9.64	6.00	7.20	5.10	5.50	6.10	3.67
2. Renfermant :									
Potasse anhydre totale	4.05	4.98	8.19	6.10	4.60	9.30	3.90	7.40	2.64
Acide phosphor. anhydre total	3.54	2.83	5.40	3.60	3.90	4.60	2.10	3.40	2.31

Comparaison entre le fumier de tourbe et le fumier ordinaire.

	FUMIER de tourbe. — D'après Petermann[1].	FUMIER ORDINAIRE.					
		D'après Knop.	D'après Boussingault.	D'après Vœlcker.	D'après Wolff.	D'après Grandeau.	D'après Petermann[2].
Eau	684.7	760.0	793 0	760.0	750.0	730.0	764.31
Matières organiques	254.1	180.0	»	»	»	»	182.35
— minérales	61.2	60.0	»	»	»	»	53.34
	1000.0	1000.0	»	»	»	»	1000.00
Azote total	6.1	5.3	4.1	6.4	3.9	3.2	6.75
Potasse anhydre totale	5.7	3.0	»	3.2	4.5	8.2	5.28
Acide phosphor. anhydre total	3.5	1.5	2.0	2 .3	1.8	3.6	4.62

1. Moyenne de 9 analyses.
2. — 2 —

DÉCRET PORTANT RÈGLEMENT D'ADMINISTRATION PUBLIQUE POUR L'APPLICATION DE LA LOI CONCERNANT LA RÉPRESSION DE LA FRAUDE DANS LE COMMERCE DES ENGRAIS

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre de l'agriculture,

Vu la loi du 4 février 1888 concernant la répression des fraudes dans le commerce des engrais, et notamment l'article 6 ainsi conçu :

« Art. 6. — Un règlement d'administration publique prescrira les procédés d'analyse à suivre pour la détermination des matières fertilisantes des engrais, et statuera sur les autres mesures à prendre pous assurer l'exécution de la présente loi » ;

Le Conseil d'État entendu,

Décrète :

Art. 1er. — Tout vendeur d'engrais ou amendement, autre que l'un de ceux mentionnés à l'article 5 de la loi du 4 février 1888, est tenu d'indiquer, soit dans le contrat de vente, soit dans le double de la commission délivré à l'acheteur au moment de la vente, soit dans une facture remise ou envoyée à l'acheteur au moment de la livraison ou de l'expédition de l'engrais ou amendement :

1° Le nom dudit engrais ou amendement ;

2° Sa nature ou la désignation permettant de le différencier de tout autre engrais ou amendement ;

3° Sa provenance, c'est-à-dire le nom de l'usine ou de la maison qui l'a fabriqué ou fait fabriquer, s'il s'agit d'un produit industriel, ou le lieu géographique d'où il est tiré, s'il s'agit d'un engrais naturel, soit pur, soit simplement trié et pulvérisé.

Art. 2. — Les indications prescrites par l'article qui précède doivent être complétées par la mention de la composition de l'engrais ou amendement.

Cette composition doit être exprimée par les poids des éléments

fertilisants contenus dans 100 kilogr. de la marchandise facturée, telle qu'elle est livrée, et dénommés ci-après :

Azote nitrique ;

Azote ammoniacal ;

Azote organique ;

Acide phosphorique en combinaison soluble dans l'eau ;

Acide phosphorique en combinaison soluble dans le citrate d'ammoniaque ;

Acide phosphorique en combinaison insoluble ;

Potasse en combinaison soluble dans l'eau.

Pour l'azote organique et la potasse en combinaison soluble dans l'eau, l'origine ou l'indication de la matière première dont ils proviennent doit être mentionnée.

Dans tous les cas, la teneur par 100 kilogr. d'engrais ou amendement est exprimée en azote élémentaire (Az), en acide phosphorique anhydre (PhO^5) et en potasse anhydre (KO).

Les mots « pour cent » dans l'indication du dosage doivent être exprimés en toutes lettres.

Art. 3. — Lorsque la vente est faite avec stipulation du règlement du prix d'après l'analyse à faire sur échatillon prélevé au moment de la livraison, l'indication de la composition de l'engrais ou amendement, telle qu'elle est exigée par l'article 2 qui précède, n'est pas obligatoire ; mais le vendeur est tenu de mentionner, en outre des prescriptions de l'article 1er :

Le prix du kilogramme d'azote nitrique ;

Le prix du kilogramme d'azote ammoniacal ;

Le prix du kilogramme d'azote organique ;

Le prix du kilogramme d'acide phosphorique en combinaison soluble dans l'eau ;

Le prix du kilogramme d'acide phosphorique en combinaison soluble dans le citrate d'ammoniaque ;

Le prix du kilogramme d'acide phosphorique en combinaison insoluble ;

Le prix du kilogramme de potasse en combinaison soluble dans l'eau.

Pour l'azote organique et la potasse en combinaison soluble dans

l'eau, l'origine ou l'indication de la matière première dont ils proviennent doit être mentionnée.

Les prix se rapportent toujours au kilogramme d'azote élémentaire (Az), d'acide phosphorique anhydre (PhO^5) et de potasse (KO).

Art. 4. — Les infractions aux dispositions de la loi du 4 février 1888 et à celles du présent règlement d'administration publique seront constatées par tous officiers de police judiciaire et agents de la force publique.

S'il y a doute ou contestation sur l'exactitude des indications mentionnées dans les contrats de vente, factures ou commissions, destinés à l'acheteur, il peut être procédé, soit d'office, soit à la demande des parties intéressées, à la prise d'échantillon et à l'expertise de l'engrais ou amendement vendu.

Art. 5. — Au cas où il est procédé à la prise des échantillons, à la demande des parties intéressées, les échantillons sont prélevés contradictoirement par les parties au lieu de la livraison.

Si le vendeur refuse d'assister à la prise d'échantillon ou de s'y faire représenter, il y est procédé, à la requête et en présence de l'acheteur ou de son représentant, par le maire ou le commissaire de police du lieu de la livraison.

Art. 6. — Quand il est procédé d'office à la prise d'échantillon, celle-ci est faite par le maire de la localité ou son adjoint ou le commissaire de police, soit dans les magasins ou entrepôts, soit dans les gares ou ports de départ ou d'arrivée.

Art. 7. — Les échantillons sont toujours pris en trois exemplaires ; chacun d'eux est enfermé dans un vase en verre ou en grès verni, immédiatement bouché avec un bouchon de liège sur lequel le magistrat qui aura procédé à la prise d'échantillon attachera une bande de papier qu'il scellera de son sceau.

Une étiquette engagée dans l'un des cachets porte le nom de l'engrais ou amendement, la date de la prise d'échantillon et le nom de la personne ou du fonctionnaire ou agent qui requiert l'analyse.

Art. 8. — Chaque prise d'échantillon est constatée par un procès-verbal qui relate :

1° La date et le lieu de l'opération ;

2° Les noms et qualités des personnes qui y ont procédé ;

3° La copie des marques et étiquettes apposées sur les enveloppes de l'engrais ou amendement;

4° La copie du contrat de vente, du double de la commission ou de la facture;

5° La marque imprimée sur les cachets et la couleur de la cire;

6° Le nombre des colis dans lesquels ont été prélevés des échantillons, ainsi que le nombre total des colis composant le lot échantillonné;

7° Enfin toutes les indications jugées utiles pour établir l'authenticité des échantillons prélevés et l'identité industrielle de la marchandise vendue.

Art. 9. — Des trois exemplaires de chaque échantillon d'engrais ou d'amendement, l'un est remis ou envoyé au vendeur, l'autre est transmis à un chimiste expert pour servir à l'analyse, le troisième est conservé, en dépôt, au greffe du tribunal de l'arrondissement, pour servir, s'il y a lieu, à de nouvelles vérifications ou analyses.

Dans le cas où la prise d'échantillon a lieu d'un commun accord, ou à la requête de l'acheteur, les parties peuvent convenir du choix du chimiste expert.

En cas de désaccord, ou en cas de prise d'échantillon d'office, le chimiste expert est désigné par le juge de paix du canton, sur la réquisition du magistrat qui a procédé à l'opération, ou, à son défaut, de la partie la plus diligente.

L'échantillon est remis au chimiste expert; en même temps transmission est faite à celui-ci de la copie des énonciations de provenance et de dosage formulées par le vendeur, conformément aux articles 3 et 4 de la loi et des articles 1, 2 et 3 du présent décret.

Art. 10. — L'expertise est faite par l'un des chimistes experts désignés par le ministre de l'agriculture et dont la liste est revisée tous les ans dans le courant du mois de janvier.

Les frais de l'expertise sont réglés d'après un tarif arrêté par le ministre.

Art. 11. — L'analyse de l'échantillon doit être effectuée dans un délai de dix jours, au plus, à partir du jour de la remise de l'échantillon au chimiste expert.

Art. 12. — L'analyse doit être faite d'après les procédés indiqués ci-après :

I. — Préparation de l'échantillon.

L'échantillon doit être amené à un état d'homogénéité parfaite.

II. — Dosage des éléments utiles.

1° *Azote.*

a) Azote nitrique.

On transforme l'acide nitrique en bioxyde d'azote au moyen de l'ébullition avec du protochlorure de fer, et on compare le volume du bioxyde d'azote obtenu au volume que donne une quantité connue de nitrate pur.

b) Azote ammoniacal.

On distille en présence d'un alcali la matière additionnée d'eau, en se servant d'un appareil à serpentin ascendant.

L'ammoniaque est recueillie dans l'acide titré.

c) Azote organique.

On le détermine par le chauffage de la matière avec la chaux sodée, qui le transforme en ammoniaque qu'on reçoit dans une liqueur titrée. Les nitrates qui peuvent se trouver dans l'engrais sont préalablement enlevés.

On dose encore l'azote organique en traitant la matière par l'acide sulfurique additionné d'un peu de mercure ; l'azote, amené ainsi à l'état de sulfate d'ammoniaque, est dosé comme il est dit au paragraphe qui précède ; il y a lieu aussi d'exclure l'azote nitrique.

2° *Acide phosphorique.*

a) Acide phosphorique total.

On dissout l'engrais ou amendement dans l'acide chlorhydrique, et on maintient en dissolution l'oxyde de fer et l'alumine ainsi que la chaux par du citrate d'ammoniaque. On précipite l'acide phos-

phorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, qu'on calcine pour le transformer en pyrophosphate, et on pèse.

Si la chaux est en trop forte proportion, on l'élimine au préalable par l'oxalate d'ammoniaque.

b) Acide phosphorique en combinaison soluble dans l'eau.

On traite la matière par l'eau distillée en évitant un contact prolongé ; on filtre et, dans la solution filtrée, on précipite l'acide phosphorique et on dose celui-ci comme il est dit dans le paragraphe précédent (*a*).

c) Acide phosphorique en combinaison soluble dans le citrate d'ammoniaque.

On traite la matière à froid par le citrate d'ammoniaque alcalin, en laissant le contact se prolonger pendant douze heures, et on précipite dans la solution l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

Pour les trois dosages *a, b* et *c,* au lieu de précipiter directement l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, on peut, au préalable, le précipiter par le nitromolybdate d'ammoniaque en dissolution nitrique. Le précipité obtenu est dissous dans l'ammoniaque, et on détermine l'acide phosphorique en le transformant, comme dans les cas précédents, en phosphate ammoniaco-magnésien.

3° *Potasse en combinaison soluble dans l'eau.*

a) Dosage à l'état de perchlorate.

La potasse est amenée à l'état de perchlorate ; celui-ci est lavé à l'alcool, séché et pesé.

b) Dosage par le platine réduit.

La potasse est précipitée à l'état de chlorure double de platine et de potassium ; ce précipité, lavé à l'alcool, est traité par le formiate de soude, qui précipite le platine métallique dont on prend le poids après lavage et calcination. De la quantité de platine, on déduit le poids de la potasse.

c) Dosage à l'état de chlorure double de platine et de potassium.

On amène les sels de potasse à l'état de chloroplatinate qu'on pèse après lavage à l'alcool et dessiccation.

Le ministre de l'agriculture règle, par une instruction, sur l'avis conforme du comité consultatif des stations agronomiques et des laboratoires agricoles, les détails de chacun des procédés d'analyse mentionnés ci-dessus.

Art. 13. — Le chimiste expert, dans son rapport, indique les tolérances d'écart qui lui paraissent admissibles, en tenant compte :

1° Du degré d'homogénéité dont l'engrais est susceptible ;

2° Des changements qu'il a pu subir suivant sa nature entre la livraison et l'analyse ;

3° Et enfin du degré de précision des procédés d'analyse suivis.

Il conclut en donnant son avis sur les circonstances qui ont pu, indépendamment de la volonté du vendeur, modifier la composition de l'engrais.

Art. 14. — La rapport du chimiste expert est déposé au greffe du tribunal qui a procédé à la désignation de l'expert. Avis du dépôt est donné par l'expert aux parties intéressées, au moyen d'une lettre recommandée.

Si le vendeur conteste l'analyse, il doit faire sa déclaration dans un délai de huit jours à partir du jour du dépôt, le jour de la notification non compris. Dans ce cas, le troisième exemplaire de l'échantillon est soumis à une contre-expertise par un chimiste expert choisi sur la liste dressée par le ministre et désigné par le président du tribunal de l'arrondissement où il a été procédé à la prise d'échantillon.

Art. 15. — Le chimiste expert chargé de la contre-expertise fait, dans les huit jours à partir de celui où l'échantillon lui a été remis, l'analyse de l'engrais ou de l'amendement et rédige son rapport dans les formes indiquées à l'article 13 ci-dessus.

Art. 16. — Le rapport du chimiste expert chargé de la contre-expertise est déposé au greffe du tribunal civil où il a été procédé à la prise d'échantillon.

Avis du dépôt est donné par l'expert aux parties intéressées, au moyen d'une lettre recommandée.

Art. 17. —Les rapports des chimistes experts, ensemble les procès-verbaux de prise d'échantillon, sont transmis au procureur de la République pour y être donné telle suite que de droit.

Art. 18. — Cette transmission a lieu, par les soins du chimiste

expert, dans les huit jours qui suivent l'expiration du délai imparti par l'article 15 pour contester l'analyse, quand l'analyse n'a pas été contestée par le vendeur, et par ceux du chimiste chargé de la contre-expertise, au cas où il a été procédé à cette opération, dans les 48 heures qui suivent la clôture du rapport.

Art. 19. — Le Ministre de l'agriculture est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 10 mai 1889.

CARNOT.

Par le Président de la République :
Le Ministre de l'agriculture,
Léopold Faye.

ARRÊTÉ DÉSIGNANT LES CHIMISTES EXPERTS POUR LE PRÉLÈVEMENT ET L'ANALYSE DES ÉCHANTILLONS

Le Ministre de l'agriculture,

Vu la loi du 4 février 1888, concernant la répression des fraudes dans le commerce des engrais ;

Vu l'article 10 du décret du 10 mai 1889, portant règlement d'administration publique pour l'application de ladite loi ;

Vu l'avis du comité des stations agronomiques et des laboratoires agricoles ;

Sur la proposition du conseiller d'État, directeur de l'agriculture,

Arrête :

Art. 1er. — Sont désignés comme chimistes experts pour le prélèvement et l'analyse des échantillons :

MM. Andouard, directeur de la station agronomique de Nantes (Loire-Inférieure).

Aubin, directeur du laboratoire de la Société des agriculteurs de France, à Paris.

Audoynaud, professeur à l'école nationale d'agriculture de Montpellier.

Colomb-Pradel, directeur de la station agronomique de Blois (Loir-et-Cher).

Dehérain, membre de l'Institut, professeur à l'école nationale d'agriculture, à Grignon.

Gayon, directeur de la station agronomique de Bordeaux (Gironde).

Garola, directeur de la station agronomique de Chartres (Eure-et-Loir).

Girard (Aimé), professeur à l'Institut national agronomique, à Paris.

Grandeau, directeur de la station agronomique de l'Est, à Nancy (Meurthe-et-Moselle), chargé de l'inspection générale des stations agronomiques et des laboratoires.

Guinon, directeur de la station agronomique de Châteauroux (Indre).

Houzeau, directeur de la station agronomique de Rouen (Seine-Inférieure).

Isambert, directeur de la station agronomique de Poitiers (Vienne).

Lechartier, directeur de la station agronomique de Rennes (Ille-et-Vilaine).

Maret, chimiste à Paris, 18, rue Visconti.

Margottet, directeur de la station agronomique de Dijon (Côte-d'Or).

Müntz, directeur des laboratoires de chimie à l'Institut national agronomique, à Paris.

Pagnoul, directeur à la station agronomique d'Arras (Pas-de-Calais).

Parmentier, directeur de la station agronomique de Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

Peligot, membre de l'Institut, professeur de chimie analytique à l'Institut national agronomique, à Paris.

Raulin, directeur de la station agronomique de Lyon (Rhône).

Thomas, directeur de la station agronomique de Lézardeau, près Quimperlé (Finistère).

Vivien, chimiste à Saint-Quentin (Aisne).

Vivier, directeur de la station agronomique de Melun (Seine-et-Marne).

Art. 2. — Les professeurs départementaux d'agriculture sont adjoints aux chimistes experts, mais seulement pour le prélèvement des échantillons.

Art. 3. — Le conseiller d'État, directeur de l'agriculture, est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Fait à Paris, le 19 juin 1889.

Léopold Faye.

ARRÊTÉ FIXANT LE TARIF D'EXPERTISE DES ENGRAIS

Le Ministre de l'agriculture,

Vu la loi du 4 février 1888, concernant la répression des fraudes dans le commerce des engrais ;

Vu l'article 10 du décret du 10 mai 1889, portant règlement d'administration publique pour l'application de ladite loi ;

Vu l'avis du comité des stations agronomiques et des laboratoires agricoles ;

Sur la proposition du conseiller d'État, directeur de l'agriculture,

Arrête :

Art. 1er. — Le tarif d'expertise des engrais est fixé à 10 fr. par élément dosé et à 25 fr. pour le rapport. Toutefois, les frais d'expertise d'un engrais ou amendement, quel que soit le nombre des éléments dosés, ne pourront s'élever à une somme supérieure à 50 fr.

Art. 2. — Les prises d'échantillons sont fixées à 6 fr. par vacation de trois heures au plus. Les frais de déplacement seront remboursés sur état.

Art. 3. — Le conseiller d'État, directeur de l'agriculture, est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Paris, le 19 juin 1889.

Léopold Faye.

IMPRIMÉS

ENVOYÉS POUR

LE DEUXIÈME CONGRÈS INTERNATIONAL

DES

DIRECTEURS DE STATIONS AGRONOMIQUES ET LABORATOIRES AGRICOLES

FRANCE

1. Station agronomique du Pas-de-Calais. *Directeur :* A. Pagnoul. — Bulletin des années 1887 et 1888. 2 brochures in-8°. — *Bulletin météorologique,* 1887-1888 2 brochures in-8°.
2. Station agronomique de Bordeaux. *Directeur :* U. Gayon. — *Notice sur les travaux de la Station agronomique de Bordeaux,* 1880-1888. 1 brochure in-8°.
3. Laboratoire départemental de Nîmes. *Directeur :* B. Chauzit. — *Notice sur le laboratoire départemental de Nîmes.* 1 brochure in-8°. — B. Chauzit : *Expériences combinées de variétés de blé et d'engrais chimiques.* 1 brochure in-8°. — *Rapport sur le service agricole dans le département du Gard, en* 1887-1888. 1 brochure in-8°. — *Études agricoles et viticoles.* 1 brochure in-8°. — *Étude sur les engrais chimiques appliqués à la vigne* (en collaboration avec L. Trouchaud-Verdier), 1 brochure in-8°.
4. Laboratoire public de chimie agricole et industrielle de Cognac. *Directeur :* A. Baudoin. — Une enveloppe renfermant imprimés divers.
5. Station zoologique de Marseille. Laboratoire maritime d'Endoume. *Directeur :* A. Marion. — 2 photographies et 2 notes à l'Académie : *Faune malacologique de l'étang de Berre* et *la Sardine sur les côtes de Marseille.*
6. Station agricole expérimentale de Cappelle par Templeuve (Nord). *Directeur :* Desprez. — 1 brochure in-8°. *Culture de différentes variétés de blé,* 1888.
7. Exposition universelle de 1889. — Collectivité de la Société d'agricul-

ture de l'Indre. — *Notice sur les gisements de phosphate de chaux découverts par MM. Poncin et Merle*, par M. Guinon, 1889.

8. U. Gayon, Ch. Blarez et E. Dubourg. — *Analyse chimique des vins du département de la Gironde : 1° vins rouges de la récolte de* 1888 *et 2° vins blancs de la récolte de* 1887. 1 brochure in-8°, 1888.

9. A. Hardon. — *Étude sur la culture des blés. Recherche de l'influence de la quantité de semence au point de vue de la récolte, sur certaines variétés. Expériences faites dans le champ d'essais départemental de Seine-et-Marne, à Courquetaine.* 1 brochure in-8°. — 1 tableau intitulé : *Étude sur la culture des blés*, etc.

Étranger.

ALLEMAGNE

1. *Grossh.-Badisch. pflanzenphysiologische Versuchsanstalt zu Karlsruhe. Directeur :* L. Just. — 4 brochures, 1, 2, 3 et 4, *Berichte über die Thätigkeit der Versuchsanstalt,* 1885, 1886, 1887 et 1888.

2. *Die Wirksamkeit der Versuchs-Molkerei zu Kleinhof-Tapiau in Ostpreussen, etc.,* par M. le Prof. Dr W. Fleischmann. Brochure in-8°. Danzig, Kafemann, 1889.

3. *Das landw. Studium an der Universität Göttingen,* par M. le Dr G. Drechsler. 1 brochure in-8°. Berlin, P. Parey, 1885.

BELGIQUE

4. Laboratoire agricole de l'État, à Liège. *Directeur :* M. de Molinari. — *Rapport sur les travaux de l'année* 1884. 1 brochure grand in-8°. — *Rapport adressé à la Commission administrative sur les travaux de* 1885. 1 brochure grand in-8°, 1886. — *Rapport adressé à la Commission administrative sur les travaux de* 1886. 1 brochure grand in-8°, 1887. — *Rapport adressé à la Commission administrative sur les travaux de* 1887. In-8°. Extrait du *Bulletin de l'agriculture.*

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

5. *Pennsylvania State College agricultural experiment Station. Directeur :* H. P. Armsby. — *Report for the year* 1887, part. II ; 1 volume in-8° entoilé, 226 pages. — Bulletins nos 1, 2, 3, 4, 5 et 6. — *List of experiments in progress,* 1888. 2 plans.

6. *New-York agricultural experiment Station (Geneva, Ontario, Co.)* N. M. Curtis, *President Board of control. — Seventh annual report*

of the board of control of the N. Y. exp. St. (*Geneva, Ontario, Co.*) *for the year* 1888, *with reports of the Director and the officers.* 1 gros volume in-8°, 428 pages. Albany, the Troy Press company printers, 1889. — 2 exemplaires d'un imprimé : *N. Y. St. Exp. St. An act establishing an Agr. exp. St. passed june* 26, 1880 *as amended by the act passed august* 15, 1881.

7. *Agr. ex St. at the State agricultural College, Ames, Iowa. Directeur :* SPEER. — Bulletins n°s 1, 2, 3, 4 et 5 ; 5 brochures in-8°. Des Moines, Iowa; Register printing House.
8. *Mississipi Agr. exp. Station. Directeur :* S. M. TRACY. — *First annual report of the Miss. agr. exp. st. Agricultural College Miss.* 1888. 1 brochure in-8°. Jackson Miss. Clarion-Ledger-Printing establishment, 1889. — Bulletins n°s 1, 2, 3 et 4.
9. *Exp. station Agricultural College of Michigan.* — Bulletins 43 et 44, 2 brochures in-8°.

CANADA

10. Une carte.

ILES BRITANNIQUES.

11. *Annual report of the proceedings of the Sussex association for the improvment of agriculture.* Season 1881, 1 volume in-4° cartonné.

ITALIE

12. *Norme pel prelevamento, spedizione e recivimento dei campioni e metodi per l'analisi dei concimi artificiali e dei vini, addottati dal nono congresso dei direttori delle Regie stazioni agrarie e dei Regi Laboratori di chimica agraria.* Extrait des *Stationi sperimentali agrarie italiane.* 1 brochure in-8°. Roma, Eredi Botta, 1889.

IMPRIMÉS ENVOYÉS PAR LES DIRECTEURS DES STATIONS AGRONOMIQUES ET LABORATOIRES AGRICOLES FRANÇAIS

1. Station agronomique du Pas-de-Calais. *Directeur :* A. PAGNOUL. — Bulletin des années 1887 et 1888. 2 brochures in-8°. — *Bulletin météorologique,* 1887-1888. 2 brochures in-8°.
2. Station agronomique de Bordeaux. *Directeur :* U. GAYON. — *Notice*

sur les travaux de la Station agronomique de Bordeaux, 1880-1888. 1 brochure in-8°.

3. Laboratoire agricole départemental de Nîmes. *Directeur :* B. Chauzit. — *Notice sur le laboratoire agricole départemental de Nîmes.* 1 brochure in-8°. — *Rapport sur le service agricole dans le département du Gard, en* 1887-1888, par B. Chauzit. — *Études agricoles et viticoles. Expériences combinées de variétés de blé et d'engrais chimiques. Expériences de vinification. Traitements contre le Mildiou. Étude sur les engrais chimiques appliqués à la vigne,* par B. Chauzit. 1 brochure in-8°. Nîmes, F. Chastanier, 1889. — *Expériences combinées de variétés de blé et d'engrais chimiques,* par B. Chauzit, extrait du *Progrès agricole et viticole.* 1 brochure in-8°. Montpellier, 1889. — *Étude sur les engrais chimiques appliqués à la vigne,* par B. Chauzit et L. Trouchaud-Verdier. 1 brochure in-8°. Montpellier, aux bureaux du *Progrès agricole et viticole,* 1889.

4. Laboratoire public de chimie agricole et industrielle de Cognac. *Directeur :* A. Baudoin. — 2 modèles de bulletin d'analyse. — 1 modèle de bulletin d'analyse gratuite. — 1 modèle de bulletin météorologique hebdomadaire. — 1 modèle de bulletin météorologique quotidien. — Une lettre de M. A. Baudoin. — 1 imprimé intitulé : *Concours de chimie agricole créé à Cognac pour le Laboratoire public pour* 1887. Programme. — 1 imprimé intitulé : *Programme.* — 1 imprimé intitulé : *Laboratoire public de chimie agricole et industrielle de Cognac,* situation du 12 décembre 1883, présentée à la Société d'agriculture. — *Idem,* situation du 12 décembre 1884; du 12 décembre 1885, 2 imprimés. — *Idem,* situation du 12 juin 1886 et du 12 juin 1887 présentée à M. le Ministre de l'agriculture; 2 imprimés. — 1 modèle de carte d'entrée au cours public et gratuit de chimie agricole et industrielle créé par la Chambre de commerce de Cognac.

5. Station zoologique de Marseille. Laboratoire maritime d'Endoume. *Directeur :* A. F. Marion. — Deux notes présentées à l'Académie des sciences par M. F. Marion. — *Faune malacologique de l'étang de Berre* (4 juillet 1887) et *la Sardine sur les côtes de Marseille* (22 mai 1888). — Deux photographies : l'une représentant l'extérieur, l'autre l'intérieur du laboratoire.

6. Station expérimentale agricole de Cappelle. *Directeur :* Marcel Desprez. — *Culture de différentes variétés de blé,* 1888. 1 brochure in-8°. Lille. imprimerie Verly, Dubar et Cie, 1889.

Une brochure intitulée : *Étude sur la culture des blés. Recherche de l'influence de la quantité de semence, au point de vue de la récolte, sur*

certaines variétés. Expériences faites dans le champ d'essais départemental de Seine-et-Marne, à Courquetaine, par M. A. HARDON, ingénieur, agriculteur; sous la direction de MM. CAZAUX, professeur départemental d'agriculture de Seine-et-Marne, et GASSEND, directeur du Laboratoire agronomique de Melun. 1 brochure in-8°. Melun, impr. typ. de la Liberté, 1886.

Un tableau intitulé : *Étude sur la culture des blés. Suite des expériences faites en* 1886 *dans le champ d'essais départemental de Seine-et-Marne, à Courquetaine,* par A. HARDON, ingénieur, agriculteur ; année 1887.

IMPRIMÉS ENVOYÉS PAR LES DIRECTEURS DES STATIONS AGRONOMIQUES ET LABORATOIRES AGRICOLES ÉTRANGERS

ALLEMAGNE

Das landwirthschaftliche Studium an der Universität Göttingen (Les études agricoles à l'université de Göttingen), par le prof. Dr G. DRECHSLER. 1 brochure in-8°. Berlin, Paul Parey. 1885.

Die Wirksamkeit der Versuchs-Molkerei zu Kleinhof-Tapiau in Ostpreussen während der Zeit vom 1. *October* 1887 *bis* 30. *September* 1888, *im Anschlusse an die Leistungen der Provinzen Ost- und Westpreussen auf dem Gebiete der Milchwirtschaft und Viehzucht, kurz geschildert,* von Prof. Dr W. FLEISCHMANN (L'activité des recherches concernant la laiterie à Kleinhof-Tapiau, dans la Prusse orientale, pendant la période du 1er octobre 1887 au 30 septembre 1888, conjointement avec les efforts faits dans les provinces de la Prusse orientale et occidentale dans le domaine de la laiterie et de l'élevage du bétail. Courte description, par le professeur Dr W. FLEISCHMANN). 1 brochure in-8°. Danzig, imprimerie A. W. Kafemann, 1889.

Grossh. badische pflanzenphysiologische Versuchsanstalt zu Karlsruhe. Directeur : Dr L. JUST. — I, II, III et IV. *Bericht über die Thätigkeit der Grossh. bad. pflanzenphys. Versuchsanstalt zu Karlsruhe* (1884, 1885, 1886, 1887). [Établissement de recherches de physiologie végétale du Grand-duché de Bade ; 1er, 2e, 3e et 4e rapports sur l'activité de l'établissement (1884, 1885, 1886 et 1887)], par le Dr L. JUST. 4 brochures in-8°. Karlsruhe, G. Braun.

BELGIQUE

Laboratoire agricole de l'État, à Liège. *Directeur* M. DE MOLINARI. — *Rapport sur les travaux de l'année* 1884. 1 brochure grand in-8°. Bruxelles, P. Weissenbruch, 1885. — *Rapport adressé à la Commission administrative sur les travaux de* 1885. 1 brochure grand in-8°. Bruxelles, P. Weissenbruch, 1886. — *Rapport adressé à la Commission administrative sur les travaux de* 1886. Une brochure grand in-8°. Bruxelles, P. Weissenbruch, 1887. — *Rapport adressé à la Commission administrative sur les travaux de* 1887. Une brochure grand in-8°. Bruxelles, P. Weissenbruch, 1887. Extrait du *Bulletin de l'agriculture.*

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

Pennsylvania State College agricultural experiment Station (Station expérimentale agricole du Collège d'État de Pensylvanie). *Directeur :* H. P. ARMSBY. — *Report for the year* 1887. Part. II (Rapport pour l'année 1887, 2e partie). Un volume in-8° entoilé (226 pages). — *Report of the Pennsylvania State College agricultural chemistry and agricultural experiment work, for the year* 1886 (Rapport sur la chimie agricole et l'œuvre expérimentale agricole au Collège d'État de Pensylvanie, pour l'année 1886). Un volume in-8°. Harrisburg, Edwin E. Meyers, 1887. — Bulletins nos 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7 (octobre 1887 ; janvier, avril, juillet et octobre 1888 ; janvier et avril 1889). — *List of experiments in progress,* 1888 (Liste des expériences en cours d'exécution, 1888). Deux plans.

New-York agricultural experiment Station (*Geneva, Ontario, Co.*) [Station expérimentale agricole de New-York, Geneva, Ontario, Connecticut]. N. M. CURTIS, *President Board of Control* (président du Conseil de contrôle). — *Seventh annual report of the board of Control of the New-York agricultural experiment station* (*Geneva, Ontario, Co.*) *for the year* 1888, *with reports of the director and officers. Transmitted to the legislature, february* 28, 1889 (Septième rapport annuel du Conseil de contrôle de la Station expérimentale agricole de New-York (Geneva, Ontario, Co.) pour l'année 1888, avec les rapports du directeur et des fonctionnaires, transmis à la législature le 28 février 1889). 1 gros volume in-8° (428 pages). Albany, the Troy Press Company printers, 1889, — Un imprimé intitulé : *New-York State experiment Station. An act establishing an agricultural experiment Station, passed june* 26, 1880, *as amended by the Act passed august* 15, 1881 (Station expérimentale agricole de

New-York. Un acte établissant une station expérimentale agricole, par acte passé le 26 juin 1880 et amendé par l'acte passé le 15 août 1881.)

Agricultural experiment station at the State agricultural College, Ames, Iowa (Station expérimentale agricole au Collège d'agriculture d'État, Ames, Iowa). *Directeur :* SPEER. — Bulletins n°s 1, 2 et 3 (mai, septembre et novembre 1888). — Bulletins n°s 4 et 5 (février et mai 1889). 5 brochures in-8°. Des Moines, Iowa, Register Printing House.

Mississipi agricultural experiment Station, Agricultural College, Miss. (Station agricole expérimentale du Mississipi, Collège d'agriculture, Miss.). *Directeur :* S. M. TRACY. — *First annual report,* 1888 (Premier report annuel, 1888). 1 brochure in-8°. Jackson, Miss. : Clarion-Ledger Printing establishment, 1889. — Bulletins n°s 1, 2, 3 et 4 (mars, mai, juin et novembre 1888).

Experiment Station Agricultural College of Michigan (Station expérimentale du Collège d'agriculture d'État de Michigan). *Directeur :* N. B. CONGER. — Bulletins n°s 43 et 44.

University of Minnesota agricultural experiment Station (Université de Minnesota, Station expérimentale agricole). *Directeur :* Edward D. PORTER. — Bulletin n° 7 (avril 1889). Une brochure in-8°. Saint-Anthony Park, Ramsey Co., Minnesota.

ILES BRITANNIQUES

Annual report of the proceedings of the Sussex Association for the Improvment of agriculture. Session 1881 (Report annuel des procès-verbaux de l'association de Sussex pour le perfectionnement de l'agriculture. Session de 1881). Un volume in-4° cartonné, envoyé par M. T. JAMIESON, professeur de sciences agricoles, etc., à Aberdeen (Écosse).

ITALIE

Notizie sulle stazioni agrarie e sui laboratori di chimica agraria in Italia al 18 *giugno* 1889 (Notices sur les stations agricoles et les laboratoires de chimie agricole en Italie au 18 juin 1889). — 100 exemplaires d'une brochure intitulée : *Norme pel prelevamento, spedizione e recivemento dei campioni et metodi per l'analisi dei concimi artificiali et dei vini, adottati dal nono Congresso dei direttori delle Regie stationi agrarie e dei Regi Laboratori di chimica agraria e prescritti dal Ministero di Agricoltura a tutte le stazioni agrarie e laboratori di chimica agraria del regno, con decreto* 1 *giu-*

gno 1889 (Règles à suivre pour le prélèvement, l'expédition et la réception des échantillons et méthodes d'analyse des engrais artificiels et des vins, adoptées par le neuvième Congrès des directeurs des stations royales agricoles et des laboratoires royaux de chimie agricole, et prescrites par le ministère de l'agriculture à toutes les stations agricoles et laboratoires de chimie agricole du royaume, par décret du 1er juin 1889). Extrait du journal : *le Stazioni sperimentali agrarie italiane,* volume XVI, fascicule V. Roma, Eredi Botta, 1889. — *Le Stazioni sperimentali agrarie italiane.* Rédacteur en chef : Prof. Pasquale Freda. Volumes XIV et XV, fascicules I, II et III, 1888 ; volume XVI, fascicules I, II, III et IV, 1889. Roma, tip. Eredi Botta.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME DEUXIÈME (1889)

Pages.

AVANT-PROPOS . . . . . III-VII

Liste par ordre alphabétique des adhérents français et étrangers au Congrès international 1

Liste des chimistes et agronomes qui ont pris part au Congrès international 7

Compte rendu des travaux du deuxième Congrès international des Directeurs des Stations agronomiques tenu à Paris les 27, 28 *et* 29 *juin* 1889 11

Ordre du jour et programme provisoires du deuxième Congrès international. 13

Procès-verbal de la séance d'ouverture 15

Allocution de M. L. Grandeau, commissaire général du Congrès . . . 15

Discours de M. le sénateur Foucher de Careil, président de la Société nationale d'encouragement à l'agriculture. 15

Constitution du bureau 17

Discours de M. L. Grandeau 17

Règlement de l'ordre du jour de la prochaine séance 28

Procès-verbal de la deuxième séance (27 juin 1889). — Discussion relative à l'acide phosphorique 29

Allocution de M. de Luna, président 29

Allocution de M. L. Grandeau. — Exposé de la question. 29

Communication de M. Pagnoul 31

Communication de M. C.-V. Garola 33

Observations de M. Nantier. Question de M. Garola. — Réponse de M. Nantier. Observation de M. L. Grandeau 37

Observations de MM. Müntz, L. Grandeau et Chuard 38

Observations de MM. Garola et Lechartier 39

Communication de M. Guinon 39

Observations de MM. Th. Jamieson et Lechartier 40

Observations de MM. L. Grandeau et Lechartier. 41

Communication de M. Guinon 41

Communication de M. Dubernard 43

Pages.
Observations de M. Garola 44
Communication de M. L. Grandeau 44
Observations de MM. Pagnoul, L. Grandeau, Houzeau et Lechartier. 43 et 44
Communication de M. Lechartier 45
M. L. Grandeau propose de fixer l'ordre du jour de la prochaine séance. 53
Observations de M. Houzeau 53
Fixation de l'ordre du jour de la prochaine séance 53
Observations de MM. Andouard, P. Desailly, L. Grandeau 53
Observations de MM. Andouard, P. Desailly, L. Grandeau 54
Allocution de M. L. Grandeau 54
Procès-verbal de la troisième séance (28 juin 1889). — Discussion des méthodes d'analyse 55
Allocution de M. R. T. Munos de Luna, président 55
Allocution de M. L. Grandeau 55
Observations de MM. L. Grandeau, Andouard, Lechartier, Margottet et Guinon . . . . . 55 et 56
Observations de MM. L. Grandeau, Guinon et Gayon. 57
M. L. Grandeau donne lecture du règlement d'administration publique relatif aux engrais et du décret 58
Observations de M. Lechartier. — Réponse de M. L. Grandeau . . . 58
Observations de MM. Andouard, Müntz, L. Grandeau, Guinon, Garola et Lechartier 59
Communication de M. Garola 60
Observations de M. Lechartier 61
Observations de MM. L. Grandeau, Lechartier et Garola 62
Observations de MM. L. Grandeau, Garola, Müntz, Lechartier, Pagnoul, Chuard et Colomb-Pradel 63
Observations de MM. Garola, L. Grandeau et Müntz 64
Communication de M. L. Grandeau 64
Communication de M. Guinon 65
Observations de MM. L. Grandeau et Guinon 67
Observations de M. le Président et de MM. L. Grandeau, Nantier, Tony-Garcin 68
Observations de MM. Tony-Garcin, Guinon et L. Grandeau 69
M. L. Grandeau met aux voix la première partie du vœu émis par la Société d'agriculture de l'Indre 69
Communication de M. Müntz. 70
Observations de MM. L. Grandeau et Müntz. 70
Observations de MM. L. Grandeau et Müntz. 71
Observations de MM. Guinon, Müntz, Tony-Garcin, Guinon et Gayon. 72
Observations de M. Müntz. 73
Fixation de l'ordre du jour de la prochaine séance 73
Procès-verbal de la quatrième séance (29 juin 1889). — Discussion sur l'analyse des vins 74
Communication de M. Gayon. 74
Observation de M. Margottet. 82

Pages.
Observations de MM. Tony-Garcin, Margottet et L. Grandeau. — Réponse de M. Gayon 83
Observations de MM. L. Grandeau, Gayon et Tony-Garcin. 84
Réponse de M. Gayon. 85
Observation de M. Margottet. — Réponse de M. Gayon. 87
Observations de MM. Margottet, Rey et L. Grandeau 87
Observations de M. Lechartier, de M. le Président et de M. Gayon. . 88
Observations de M. le Président et de M. Gayon 89
M. Tony-Garcin propose au Congrès de voter deux résolutions concernant l'adjonction au Congrès des Directeurs des Stations agronomiques de l'année prochaine d'un Congrès international œnologique. 89
Observation de M. L. Grandeau. 90
Observation de M. Gayon. — Réponse de M. Tony-Garcin 91
Observation de M. L. Grandeau. 92
Réponse de M. Tony-Garcin 92
Observation de M. L. Grandeau. 93
Observations de MM. Tony-Garcin et Margottet 93
Observations de MM. L. Grandeau et Tony-Garcin. . . . . 94 et 95
Observations de MM. L. Grandeau, Tony-Garcin et de M. le Président. 96
Observations de MM. Tony-Garcin, Andouard, Margottet, L. Grandeau et Lechartier 97
Observations de MM. L. Grandeau, Tony-Garcin et Andouard 98
Observations de MM. Tony-Garcin, Lechartier et L. Grandeau 99
Observations de MM. Tony-Garcin et L. Grandeau. 100
Mise aux voix et adoption du vœu de M. Tony-Garcin. 100
Proposition de M. Vivier. — Réponse de M. L. Grandeau. 100
Observations de MM. Vivier et L. Grandeau. 100
Observations de MM. Nantier et L. Grandeau. 101
M. Vivier soumet à l'avis de ses collègues un vœu concernant l'unification des tarifs dans tous les laboratoires 101
Réponse de M. L. Grandeau. 101
M. L. Grandeau soumet au Congrès la demande faite par M. Jamieson de la transmission officielle au gouvernement anglais de la décision qui a été prise le 22 juin 1889, par le Comité des Stations, pour l'unification des méthodes des engrais, afin que ces méthodes deviennent obligatoires en Angleterre. 101
Procès-verbal de la cinquième séance (29 juin 1890). — Discussion sur les engrais potassiques 102
Communication de M. Pagnoul 102
Communication de M. Lechartier. 103
Observations de M. Houzeau. 105
Observations de MM. Houzeau, Nantier et Garola 106
Observations de MM. Andouard et Mancheron. 107
Observations de MM. L. Grandeau, Mancheron, Vivier et Gayon . . . 108
Observations de MM. Lechartier et L. Grandeau. 109
Dosage du sucre de betteraves au point de vue des transactions . . 109

Pages.
Observations de M. Vivier 109
Observations de M. L. Grandeau 109
Communication de M. Pagnoul 109
Observations de M. L. Grandeau 110
Observations de MM. Pagnoul, Nantier et L. Grandeau 111
Observations de MM. Vivier, Garola et L. Grandeau 112
Observations de M. L. Grandeau et de M. Pagnoul. 113
Observations de MM. Margottet, L. Grandeau, Guinon, Garola et Vivier. 114
Statistique générale des Stations agronomiques, Stations spéciales et Laboratoires agricoles en 1890. 115
France. — Stations agronomiques, stations spéciales et laboratoires agricoles subventionnés par l'État. — I. Stations agronomiques . . . 115
Département du Calvados. — I. Station agronomique de Caen. . . . 115
Département du Cher. — II. Station agronomique de Bourges. . . . 115
Département de la Côte-d'Or. — III. Station agronomique de Dijon. . 116
Département d'Eure-et-Loir. — IV. Station agronomique de Chartres. 118
Département du Finistère. — V. Station agronomique de Lézardeau et laboratoire départemental du Finistère. 119
Département de la Gironde. — VI. Station agronomique de Bordeaux. 126
Département de la Gironde. — VII. Station zoologique d'Arcachon. . 130
Département de l'Hérault. — VIII. Station agronomique de Montpellier. 130
Département d'Ille-et-Vilaine. — IX. Station agronomique de Rennes. 130
Département de l'Indre. — X. Station agronomique de Châteauroux . 130
Département de Loir-et-Cher. — XI. Station agronomique de Blois. . 131
Département de la Loire. — XII. Laboratoire agricole de Saint-Étienne. 132
Département de la Loire-Inférieure. — XIII. Station agronomique de Nantes 132
Département de Meurthe-et-Moselle. — XIV. Station agronomique de l'Est, fondée à Nancy en 1868, transférée à Paris en 1890 137
Département du Nord. — XV. Station agronomique de Lille. 208
Département du Nord. — XVI. Station expérimentale agricole de Cappelle par Templeuve (Nord) 209
Département du Pas-de-Calais. — XVII. Station agronomique d'Arras. 210
Département du Pas-de-Calais. — XVIII. Station aquicole et laboratoire agricole de Boulogne-sur-Mer 213
Département du Puy-de-Dôme. — XIX. Station agronomique du Centre. 214
Département des Pyrénées-Orientales. — XX. Station zoologique de Banyuls 217
Département du Rhône. — XXI. Station agronomique du Rhône. . . 218
Département de la Seine. — XXII. Station de Joinville. 220
Département de Seine-et-Oise. — XXIII. Station de chimie végétale de Meudon 225
Département de Seine-et-Oise. — XXIV. Station agronomique de l'École d'agriculture de Grignon 231
Département de Seine-et-Marne. — XXV. Station agronomique de Seine-et-Marne 233

Pages.
Département de la Seine-Inférieure. — XXVI. Station agronomique de Rouen 236
Département de la Somme. — XXVII. Station agronomique d'Amiens. 240
Département de la Vendée. — XXVIII. Station agronomique de La Roche-sur-Yon 244
Département de la Vienne. — XXIX. Station agronomique de Poitiers. 244
Département de l'Yonne. — XXX. Station agronomique d'Auxerre . . 244
II. Stations spéciales et laboratoires spéciaux 245
Département des Alpes-Maritimes. — I. Laboratoire de l'enseignement supérieur (villa Thuret), à Antibes 245
Département des Bouches-du-Rhône. — II. Station zoologique de Marseille. Laboratoire maritime d'Endoume 246
Département du Doubs. — III. Station galactologique de Besançon . . 249
Département de la Seine. — IV. Station d'essais de semences de l'Institut national agronomique 249
Département de la Seine. — V. Laboratoire de fermentation de l'Institut national agronomique 252
Département de la Seine. — VI. Station d'essais de machines agricoles. 254
Département de la Seine. — VII. Laboratoire de pathologie végétale de l'Institut national agronomique 259
Stations sericicoles, par E. Maillot, directeur de la Station sericicole de Montpellier 260
Département de l'Hérault. — VIII. Station sericicole de Montpellier . 261
Département de Meurthe-et-Moselle. — IX. Station d'expériences de l'École nationale forestière, à Nancy 268
III. Laboratoires subventionnés 285
Département de l'Ain. — I. Laboratoire agricole de Bourg 285
Département des Alpes-Maritimes. — II. Laboratoire agricole de Villefranche 286
Département des Bouches-du-Rhône. — III. Laboratoire agricole de Marseille 286
Département de la Charente. — IV. Laboratoire public de chimie agricole et industrielle de Cognac 286
Département du Finistère. — V. Laboratoire agricole de Morlaix . . . 287
Département du Gard. — VI. Laboratoire départemental de Nîmes . . 288
Département du Loiret. — VII. Laboratoire agricole de La Ferté. — VIII. Laboratoire agricole d'Orléans 294
Département de la Manche. — IX. Laboratoire agricole de Granville . 295
Département de la Mayenne. — X. Laboratoire départemental de Laval. 295
Département de la Nièvre. — XI. Laboratoire agricole de Nevers . . 305
Département du Pas-de-Calais. — XII. Laboratoire agricole de Béthune 305
Département de Saône-et-Loire. — XIII. Laboratoire départemental de Cluny 307
Département de Seine-et-Oise. — XIV. Laboratoire agronomique de Versailles 311

Pages.
IV. Stations et laboratoires non subventionnés 311
Département de l'Ariège. — I. Laboratoire agricole de Foix. 311
Département de la Seine. — II. Laboratoire de la Société des agriculteurs de France 312
Département de la Seine. — III. Laboratoire central agricole de Paris. 312
ÉTRANGER. — Stations agronomiques, stations spéciales et laboratoires agricoles 316
I. Belgique. 316
I. Station agronomique de l'État, à Gembloux 316
II. Laboratoire agricole de l'État, à Liège (Belgique). 318
III. Laboratoire des sucreries de Wanze (Huy) [Belgique]. 318
II. Canada 318
I. Station agronomique du Canada, sous le contrôle du Gouvernement fédéral 318
Lettre de M. Trudel à M. L. Grandeau 318
Station du Centre. 320
1. Station de Nappau, N.-E. 320
2. Station de Brandon, Manitoba. 321
3. Station d'Indian-Head, T.-N.-O.. 321
4. Station d'Agassiz, Colombie anglaise. 321
Liste des publications de la Station du Centre. 321
II. Station agronomique de Guelph, sous le contrôle du Gouvernement de la province d'Ontario 322
III. Écoles d'agriculture, sous le contrôle du Gouvernement de la province de Québec. 323
III. Royaume-Uni. 324
L'enseignement agricole en Grande-Bretagne, par Th. Jamieson, professeur de sciences agricoles à l'Université d'Aberdeen. . . 324
Écosse. 324
I. Établissements d'enseignement agricole proprement dit. 324
II. Enseignement agricole annexé à des établissements d'enseignement fédéral ou universitaires. 324
III. Établissements de recherches agronomiques et de contrôle . . . 326
Angleterre 326
IV. Établissement de recherches 327
Aide accordée aux établissements d'enseignement agricole en Angleterre et en Écosse 327
IV. États-Unis d'Amérique. 328
Origine et développement des Stations expérimentales agricoles dans les États-Unis d'Amérique, par A. C. True, Ph. D. 328
Publications. États-Unis d'Amérique. 339
Liste des Stations expérimentales agricoles des États-Unis 340
1. Alabama 340
2. Arkansas 340
3. Californie 340
4. Colorado 341

Pages.
5. Connecticut 341
6. Dakota 341
7. Delaware 342
8. Florida 342
9. Georgia 342
10. Illinois 342
11. Indiana 342
12. Iowa 343
13. Kansas 343
14. Kentucky 343
15. Louisiana 343
16. Maine 344
17. Maryland 344
18. Massachusetts 344
19. Massachusetts 344
20. Michigan 345
21. Minnesota 345
22. Mississippi 345
23. Missouri 345
24. Nebraska 345
25. New-Hampshire 346
26. New-Jersey 346
27. New-Jersey 346
28. New-York 346
29. New-York 346
30. North Carolina 347
31. Ohio 347
32. Orégon 347
33. Pensylvanie 347
34. Rhode-Island 347
35. South Carolina 348
36. Tennessee 348
37. Texas 348
38. Vermont 348
39. Virginia 348
40. West Virginia 349
41. Wisconsin 349

Documents envoyés au Commissaire général du Congrès par les Directeurs des Stations expérimentales agricoles des États-Unis d'Amérique 349

Station expérimentale agricole du Collège d'État de Pensylvanie . . . 349

La Station expérimentale agricole du Collège d'État de Pensylvanie. — Liste des expériences en cours d'exécution 353

Station expérimentale agricole de New-York 358

Station expérimentale agricole du Mississippi 358

Station expérimentale agricole de l'Université de Minnesota 360

*

Pages.
V. Italie 361
Notice sur les Stations agricoles et sur les laboratoires de chimie agricole en Italie au 18 juin 1889 362
Stations agronomiques italiennes où les études de chimie agricole prédominent 368
I. Station expérimentale agricole de Turin (autonome) 368
II. Station œnologique de Asti (autonome) 368
III. Station expérimentale agricole de Udine, annexée à l'Institut technique 369
IV. Station agricole expérimentale de Milan, annexée à l'École supérieure vétérinaire 370
V. Station laitière de Lodi (autonome) 371
VI. Station expérimentale agricole de Forli, annexée à l'Institut technique 372
VII. Station agricole expérimentale de Florence, annexée à l'Institut technique 372
VIII. Station expérimentale de chimie agricole de Rome (autonome), annexée au Musée royal d'agriculture 373
IX. Station expérimentale de Palerme (autonome) 374
Stations où les études de botanique prédominent 374
Laboratoire cryptogamique de Pavie, annexé à l'Institut botanique de l'Université 374
Station agricole de Modène (autonome) 375
Station de pathologie végétale de Rome (autonome), près le Musée royal agricole 376
Stations de caractère entomologique 377
Station d'entomologie agricole de Florence, près l'Institut des études supérieures 377
Station bacologique (sericicole) de Padoue (autonome) 377
Laboratoires de chimie agricole 378
Station agricole expérimentale de Forli (Italie) 379
Station sericicole expérimentale de Padoue 380
Table des travaux scientifiques publiés par la Station sericicole expérimentale de Padoue 384
Station royale expérimentale de laiterie de Lodi 389
VI. Autriche-Hongrie 390
1. Station agronomique de Tabor (bohême) 390
2. Station impériale royale expérimentale chimico-physiologique de viti- et fruiticulture, à Klosterneuburg, près Vienne 390
3. Station ou Institut bacologique de Gœrz ou Gorizia (Autriche) . . 390
VII. Allemagne 392
Stations de recherches agricoles et de contrôle. Stations et laboratoires agricoles faisant partie de l'association 392
Imprimés 393
Stations de recherches agricoles et de contrôle. Stations et laboratoires spéciaux faisant partie de l'association 393

Pages.
But de l'association. 393
Landw. Versuchs-Station zu Insterburg (Station de recherches agricoles d'Insterburg) [Prusse] 394
Landw. Versuchs-Station zu Königsberg (Station de recherches agricoles de Königsberg) [Prusse] 394
Landw. Versuchs-Station zu Danzig (Station de recherches agricoles de Danzig) [Prusse] 395
Landw. Versuchs-Station zu Dahme (Station de recherches agricoles de Dahme) [province de Brandebourg] 396
Landw. Versuchs- und Samenkontroll-Station zu Regenwalde (Station de recherches agricoles et de contrôle de semences à Regenwalde) [Poméranie]. 396
Kontroll-Station zu Eldena (Station de contrôle de Eldena) [Poméranie] 397
Landwirthschaftliche Versuchs-Station zu Posen (Station de recherches agricoles de Posen) 397
Landw. Versuchs- und Kontroll-Station zu Breslau (Station de recherches agricoles et de contrôle de Breslau) 398
Landw. Versuchs-Station des landw. Centralvereins der Provinz Sachsen, zu Halle a. S. (Station de recherches agricoles de l'Association centrale agricole de la province de Saxe, à Halle a. S.). 398
Landw. Versuchs-Station zu Kiel (Station de recherches agricoles de Kiel) [Schleswig-Holstein] 399
Landw. Versuchs-Station zu Göttingen (Station de recherches agricoles de Göttingen) [Hanovre]. 400
Kontroll-Station für Dünger und Futterstoffe, sowie Sämereien, amtlich anerkanntes Nahrungsmittelamt, in Verbindung mit der Versuchs-Station und dem landw. Institut zu Göttingen (Station de contrôle d'engrais et de fourrages, de semences, de matières alimentaires, annexée à la Station de recherches et à l'Institut agricole de Göttingen) [Hanovre]. 401
Landw. Versuchs-Station zu Hildesheim (Station de recherches agricoles de Hildesheim) [Hanovre] 401
Landw. Versuchs-Station zu Münster (Station de recherches agricoles de Münster) [Westphalie] 402
Agrikultur-chemische Versuchs- und Samenkontroll-Station zu Marburg (Station de recherches de chimie agricole et de contrôle de semences à Marburg) [Hessen-Nassau]. 403
Agrikultur-chemische Versuchs-Station des Vereins nassauischer Land- und Forstwirthe zu Wiesbaden (Station de recherches de chimie agricole de l'Association des agriculteurs et forestiers du Nassau à Wiesbaden). 403
Versuchs-Station für Obst- und Weinbau zu Geisenheim, Rheingau (Station de recherches de fruiti- et viticulture à Geisenheim, Rheingau) [province Hessen-Nassau]. 404

Pages.

Landw.- Versuchs-Station zu Bonn (Station de recherches agricoles de Bonn [provinces rhénanes]). 404

Versuchs-Station der landw. Akademie zu Poppelsdorf (Station de recherches de l'Académie agricole de Poppelsdorf) [provinces rhénanes] 405

Die Central-Versuchs-Station für das Königreich Bayern in München (Station centrale de recherches pour le royaume de Bavière à Munich [Bavière]). Pour la physiologie animale et végétale . . . 405

Versuchs-Station (landw. Laboratorium) zu Augsburg (Station de recherches [laboratoire agricole] d'Augsbourg [Bavière]) 406

Weinbau-Versuchs- und Lebensmittel-Untersuchungs-Station zu Würzburg (Station de recherches de viticulture et d'examen des matières alimentaires de Würzburg [Bavière]). 406

Landw. Kreis-Versuchs-Station zu Speier, gleichzeitig öffentl. Untersuchungsanstalt f. Nahrungs- u. Genussmittel, unter staatlicher Aufsicht (Station de recherches du Cercle agricole à Speier [Bavière] qui est en même temps un établissement public de recherches concernant les matières alimentaires et les condiments sous la surveillance de l'État) 407

Landw. Versuchs-Station zu Triesdorf (Station de recherches agricoles et de contrôle de semences de Triesdorf [Bavière]). 408

Kgl. Sächs. landw. Versuchs-Station Möckern (Station de recherches agricoles du royaume de Saxe, à Möckern) 408

Versuchs-Station Pommritz (Station de recherches de Pommritz, Saxe). 409

Kgl. Sächs.-pflanzenphysiologische u. Samenkontroll-Station, Tharand (Station de physiologie végétale et de contrôle de semences de Tharand, Saxe) 409

Versuchs-Station-Hohenheim (Station de recherches de Hohenheim, Würtemberg) 410

Versuchs-Station Karlsruhe (Station de recherches de Karlsruhe, grand-duché de Bade) 411

Grossh. Badische pflanzenphysiol. Versuchs-Station zu Karlsruhe (Station de recherches de physiologie végétale du grand-duché de Bade, à Karlsruhe) 411

Versuchs-Station der landw. Ver. Hessens zu Darmstadt (Station de recherches de l'Association agricole de Darmstadt, grand-duché de Hesse) 411

Landw.-chemische Kontroll-Station zu Oldenburg (Station de chimie agricole et de contrôle de semences d'Oldenburg, grand-duché d'Oldenbourg). 412

Versuchs-Station Braunschweig (Station de recherches de Brunswick, duché de Brunswick) 412

Versuchs-Station Rostock (Station de recherches de Rostock, grand-duché de Mecklembourg-Schwérin) 412

Versuchs-Station Iena (Station de recherches d'Iéna, grand-duché de Saxe-Weimar) 413

Versuchs-Station Cöthen (Station de recherches de Cöthen, duché d'Anhalt) 413

Pages.

Herzogl. landw. Versuchs-Station Bernburg (Station de recherches agricoles de Bernburg, duché d'Anhalt) 414

Kais. landw. Versuchs-Station für Elsass-Lothringen, zu Rufach (Station de recherches agricoles de l'Alsace-Lorraine, à Ruffach). 416

Versuchs-Station für die Kultur von Moor, Sumpf und Haide zu Bremen (Station de recherches pour la culture des tourbières, marais et landes, à Bremen). 417

Stations en dehors de l'Association 417

Versuchs-Station des Vereins der Spiritusfabricanten in Deutschland, zu Berlin, N. Invalidenstrasse, 42 (Station de recherches de l'Association des fabricants d'alcool en Allemagne, à Berlin, N. rue des Invalides, 42) 418

Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin, N. Invalidenstrasse, 42 (Établissement d'instruction et de recherches pour la brasserie. Berlin, N. rue des Invalides, 42). 418

Agrikultur-chemisches Laboratorium zu Königsberg i. Pr. (Laboratoire de chimie agricole à Königsberg [Prusse]). 419

Thierchemisches Institut der Universität zu Breslau (*Schlesien*) [Institut de chimie animale de l'Université de Breslau]. 419

Agrikultur-botanische Versuchs- und Samenkontroll-Station zu Breslau (Station de recherches de botanique agricole et de contrôle de semences, à Breslau [Schlesien], Matthiasplatz, 6). 419

Milchwirthschaftliches Institut zu Proskau (*Schlesien*) [Institut de laiterie de Proskau] 420

Pflanzenphysiologische Versuchs-Station des Kgl. pomolog. Instituts zu Proskau (*Schlesien*) [Station de physiologie végétale de l'Institut royal pomologique de Proskau] 420

Kontroll-Station für Sämereien zu Arendsee (*Altmark*) [Station de contrôle de semences, annexée à l'École d'agriculture d'hiver]. . 421

Physiologisches Laboratorium, Versuchsfeld und Hausthiergarten des landw. Instituts der Universität Halle a. S. (Laboratoire physiologique, champ d'expériences et jardin zoologique de l'Institut agricole de l'Université de Halle a. S. [Saxe]) 421

Chemisch-physiologische Untersuchungs-Station an der Kgl. Thierarzneischule zu Dresden (Station de recherches de chimie physiologique près l'École vétérinaire de Dresde) 421

Agrikultur.-chem. Laboratorium zu Döbeln (Laboratoire de chimie agricole de Döbeln [Saxe]). 422

Landw.-chem. Laboratorium zu Kappeln (Laboratoire de chimie agricole, à Kappeln [Schleswig-Holstein]) 422

Landwirthschaftliches Institut zu Kiel (Institut agricole de Kiel [Schleswig-Holstein]) 422

Laboratorium und Versuchsfeld des landw. Inst. der Univ. Göttingen (Laboratoire et champ d'expériences de l'Institut agricole de l'Université de Göttingen [Hanovre]) 423

Pages.

Das agr. chem. Laboratorium zu Göttingen (Laboratoire de chimie agricole de Göttingen [Hanovre]) 423
Samenkontroll-Station zu Bremerwörde (Station de contrôle de semences de Bremerwörde [Hanovre]). 424
Chemisches Laboratorium zu Wiesbaden (Laboratoire de chimie de Wiesbaden [Hessen-Nassau]) 425
Landw.-chem. Versuchs-Station zu Kempen a. Rh. (Station de recherches de chimie agricole à Kempen a. Rh. [provinces rhénanes]). 426
Jardin d'expériences et laboratoire de physique agricole, à Munich. . 427
Station forestière et jardin d'expériences de l'Université de Munich. . 430
Wissenschaftliche Station für Brauerei in München (Station scientifique pour la brasserie, à Munich). 431
Chemische Station für Brauerei an der Kgl. Landw. Centralschule zu Weienstephan (Station chimique pour la brasserie, à l'École royale centrale agricole de Weienstephan [Bavière]). 431
Versuchs-Station Bayreuth (Station de recherches de Bayreuth [Bavière]) 432
Versuchs- und Samenkontroll-Station an der Kgl. Realschule zu Landshut (*Bavière*) [Station de recherches et de contrôle de semences de Landshut (près l'École *réale*)] 432
Samenprüfungs-Anstalt zu Hohenheim (Établissement d'essai de semences, à Hohenheim [Würtemberg]) 433
Chemische Versuchs-Station zu Eisfeld (Station de recherches chimiques de Eisfeld) [duché de Saxe-Meiningen-Hildburghausen] . . 433
VIII. Pays-Bas. 433
Station agricole de l'État, à Wageningen (Pays-Bas) 433
Liste des publications 433
IX. Russie d'Europe 443
La Station de recherches de chimie agricole et de contrôle de semences du Polytechnikum de Riga, par le professeur George Thoms 443
Publications. 446
Publications de la Station de recherches du Polytechnikum de Riga, éditées chez J. Deubner, à Riga, et éditées par Alex. Slieda, à Riga. 454
X. Suisse. 457
Institut agricole du canton de Vaud, au Champ-de-l'Air, Lausanne (Suisse). — Notice envoyée par M. E. Chuard. — Station viticole. — Rapport sur l'activité du laboratoire de chimie (1887-1888). — Installation et organisation. — Travaux. — Analyses agricoles. — Analyses de sols et roches. — Analyses de vins et cidres. — Travaux spéciaux. — Influence des sulfatages de la vigne sur la qualité des récoltes.— Action dissolvante de la pluie sur les composés du cuivre déposés sur les feuilles par les divers traitements. — Étude chimique de la lie de vin. — Recherches sur les acides libres du vin. — Composition du liquide constituant les pleurs de la vigne. — Analyse qualitative. — Analyse quantitative. 457

Pages.

Institut agricole du canton de Vaud, au Champ-de-l'Air, Lausanne (Suisse). — Notice envoyée par M. E. Chuard 471

XI. Nouvelle-Zélande. 472

University of New Zealand; Canterbury College; School of Agriculture; Chemical Laboratory (Université de la Nouvelle-Zélande; Collège de Canterbury; École d'agriculture; Laboratoire de chimie). 472

Rapport sur les travaux exécutés au Laboratoire de chimie pendant la première période (1884) 473

Recherches exécutées à la Ferme de l'École. — Lait. — Composition des plantes-racines cultivées sur la ferme. — Betteraves à sucre. — Travail exécuté pour le public 473

XII. Brésil. Institutions agricoles. 476

Institut agricole de Rio-de-Janeiro (*Imperial Instituto flumineuse de agricultura*) 476

Institut agricole de Bahia (*Imperial Instituto Bahiano de agricultura*). 479

Institut agricole de Sergipe (*Imperial Instituto Sergipano de agricultura*) 481

Établissement rural de San-Pedro d'Alcantara. 481

Orphelinat Isabel (*Colonia orphanologica Izabel*) 482

École agricole de Piracicaba (*Escola agricola do valle de Piracicaba*). 483

École agricole et station agronomique Barbacena 483

Colonie Blaziana. 484

Asile agricole de Sainte-Isabelle (*Asylo Agricola de Santa-Isabel*) . . 484

Orphelinat Christina (*Colonia orphanologica Christina*) 484

Institut de la Providence (*Instituto Providencia*) 485

Station agronomique de Campinas 485

Station œnologique Sainte-Paule 486

École vétérinaire et agricole de Pelotas 486

XIII. Portugal 487

Note remise par M. Joâo da Mottâ Prego 487

Annexes aux procès-verbaux des séances du deuxième Congrès international. — Documents à consulter 491

Rapport fait au Comité des Stations agronomiques et des Laboratoires agricoles par la sous-commission des méthodes analytiques. MM. Schlœsing, président; Aimé Girard, Grandeau; Müntz, rapporteur. 491

Analyse et détermination de la valeur des matières fertilisantes, par W. Frear 551

Dosage de l'acide phosphorique sous forme de phospho-molybdate d'ammoniaque dans les engrais phosphatés de toute richesse, par H. Pellet 561

Sur l'analyse des phosphates et la façon d'exprimer les résultats, par M. Th. Jamieson, professeur des sciences agricoles à l'Université d'Aberdeen 573

Essais sur l'assimilabilité de l'acide phosphorique des scories de déphosphoration, par A. Petermann, directeur de la Station agrono-

Pages.

mique de l'État à Gembloux, membre du Conseil supérieur de l'agriculture 585

Sur le dosage de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque. — Attaque des superphosphates par le citrate d'ammoniaque à chaud, par H. Pellet 626

Contribution à l'étude du blé, par C.-V. Garola, professeur départemental d'agriculture, directeur de la Station agronomique de Chartres 629

Analyse chimique des vins du département de la Gironde : 1° vins rouges de la récolte de 1888 ; 2° vins blancs de la récolte de 1887, par MM. U. Gayon, professeur à la Faculté des sciences, directeur de la Station agronomique de Bordeaux ; Ch. Blarez, professeur à la Faculté de médecine, directeur du Laboratoire de la Chambre syndicale du commerce en gros des vins et spiritueux de la Gironde ; E. Dubourg, pharmacien de 1re classe, licencié ès sciences physiques et naturelles. 645

Le Congrès œnologique pour l'uniformisation des méthodes d'analyse des vins, par M. Tony-Garcin 663

L'examen des vins. Recueil des données d'après lesquelles il faut juger de la pureté des vins, fait en vue du régime de douane à appliquer. Rédigé par la Station impériale-royale expérimentale de viti- et fruiti-culture, à Klosterneuburg, près Vienne 677

Méthodes d'examen des vins, usitées dans plusieurs pays 677

Note sur le dosage de l'acide phosphorique dans les matières organiques (1888), par C.-V. Garola 731

Note sur la composition du phospho-molybdate d'ammoniaque, par C.-V. Garola. 738

Dosage de la potasse dans les matières organiques (1888), par C.-V. Garola 739

Dosage de l'acide phosphorique dans les engrais organiques à l'état de pyrophosphate de magnésie (1888), par C.-V. Garola 740

Question du dosage du sucre dans la betterave, par M. Pagnoul. . . 741

De l'action de la chaleur sur les phosphates de chaux, par A. Olry . 745

Observations de M. Pagnoul relatives à l'emploi des phosphates. . . 748

Lettre du Dr Warington. Expériences avec le phosphate de scories, sulfate d'ammoniaque, etc. 751

Recherches sur la culture de la betterave à sucre, par A. Petermann, directeur de la Station agronomique de l'État, à Gembloux 756

L'analyse de la betterave à sucre par la méthode dite alcoolique, par A. Petermann, directeur de la Station agronomique de l'État, à Gembloux. 771

Achat des betteraves suivant leur teneur réelle en sucre, par H. Pellet, chimiste, directeur des Laboratoires des sucreries centrales de Wanze. 805

Réponse à la question 4 du programme du deuxième Congrès international des directeurs des Stations agronomiques, envoyée par M. E. Guinon, directeur de la Station agronomique de Châteauroux. 819

Pages.

Question n° 8 : De l'amélioration des semences. Contrôle et vente des graines de semences. Note envoyée par M. A. Pagnoul, directeur de la Station agronomique du Pas-de-Calais 821

Agricultural Research Association, for the North Eastern Counties of Scotland, suivant *the Aberdeenshire Agricultural Association,* Établissement à Glasterberry, près Aberdeen (Écosse). 822

Sussex Association for the improvment of agriculture 824

Observations de M. Pagnoul au sujet du rôle de la potasse et de son emploi dans les engrais. 825

Le fumier de tourbe, par A. Petermann, directeur de la Station agronomique de l'État, à Gembloux. 828

Décret portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi concernant la répression de la fraude dans le commerce des engrais. 832

Arrêté désignant les chimistes experts pour le prélèvement et l'analyse des échantillons. 839

Imprimés envoyés pour le deuxième Congrès international des directeurs des Stations agronomiques et laboratoires agricoles. 842

France. 842

Étranger 843

Imprimés envoyés par les directeurs des stations agronomiques et laboratoires agricoles français. 844

Imprimés envoyés par les directeurs des stations agronomiques et laboratoires agricoles étrangers 846

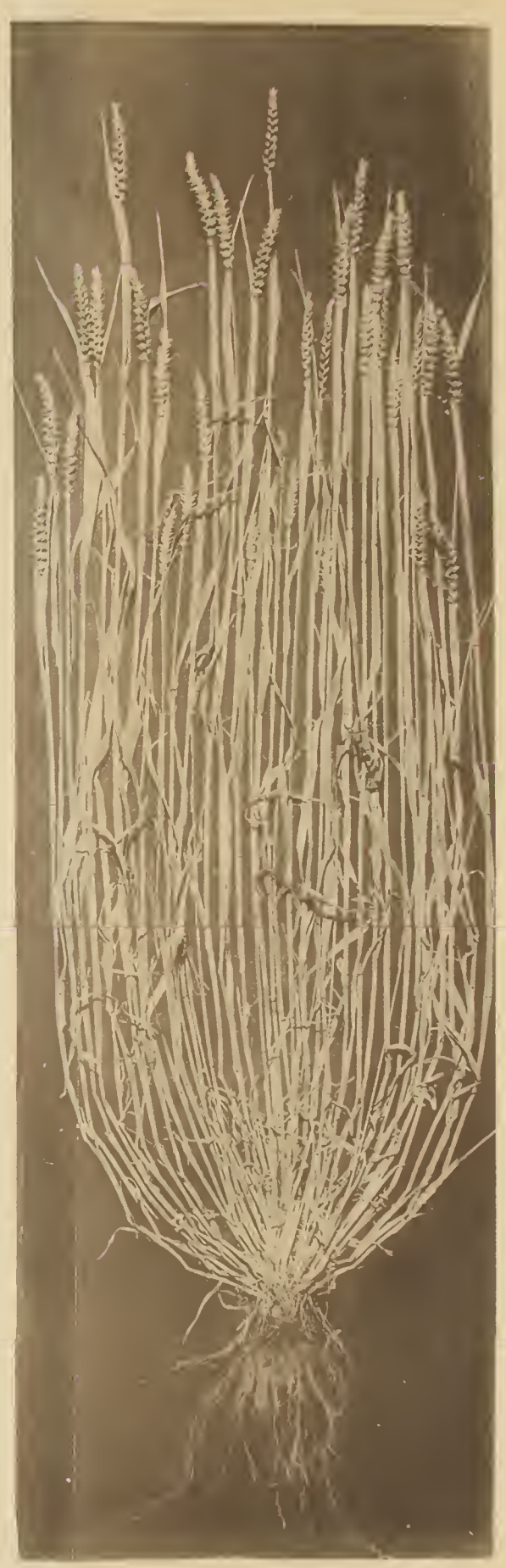
Nancy, impr. Berger-Levrault et Cie.

E. HARTMANN, PHOTO.

(1) SOL ARGILO-CALCAIRE
sans fumure organique depuis 1872.

(2) LE MÊME SOL QUE LE N° 1
avec addition de tourbe stérile, en 1874.

(3) SOL ARGILEUX
sans fumure organique depuis 1872.



PHOTOTYPIE J. ROYER, NANCY

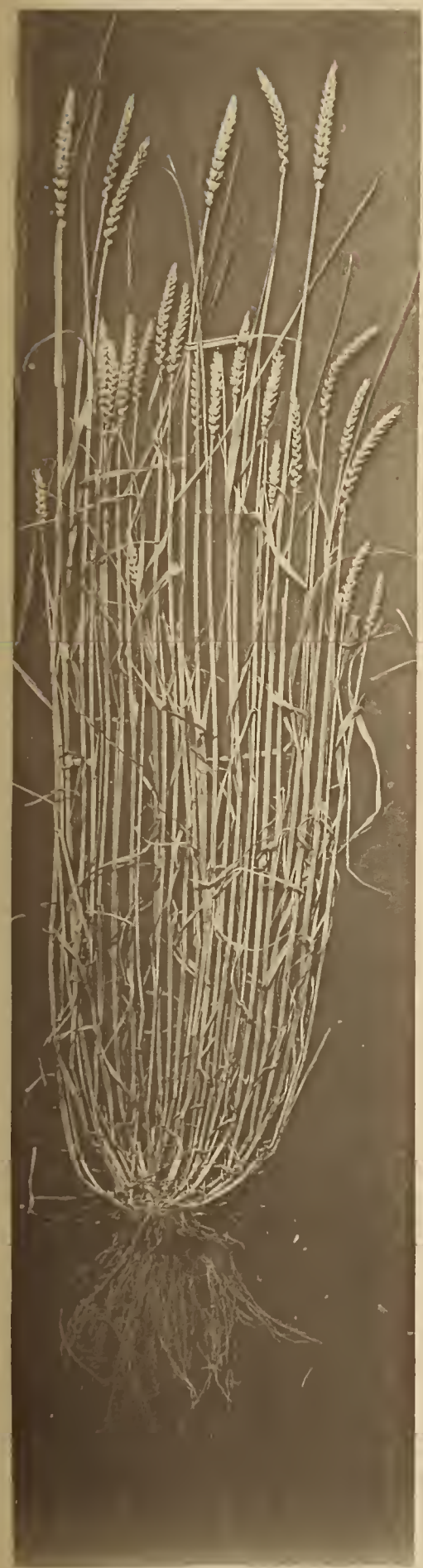
(4) SOL ARGILEUX DU N° 3
avec addition de Tourbe stérile, en 1874.

E. Bartmann, Phot. Phototypie J. Royer, Nancy.

LABORATOIRE DE LA STATION AGRONOMIQUE DE L'EST

RÉCOLTE DE 1887.

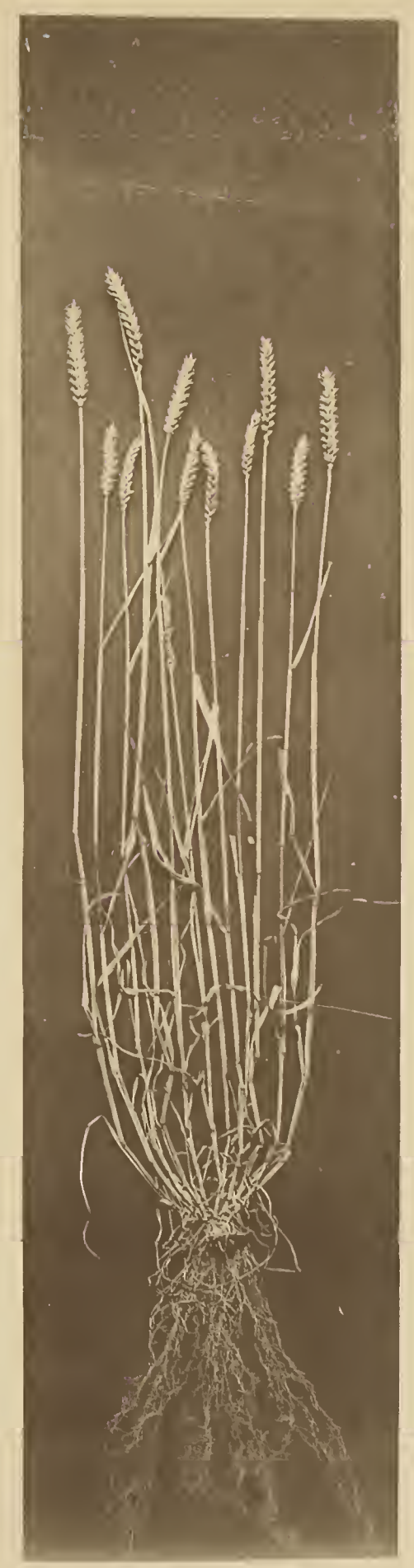
Cases de Végétation de la Station Agronomique de l'Est.



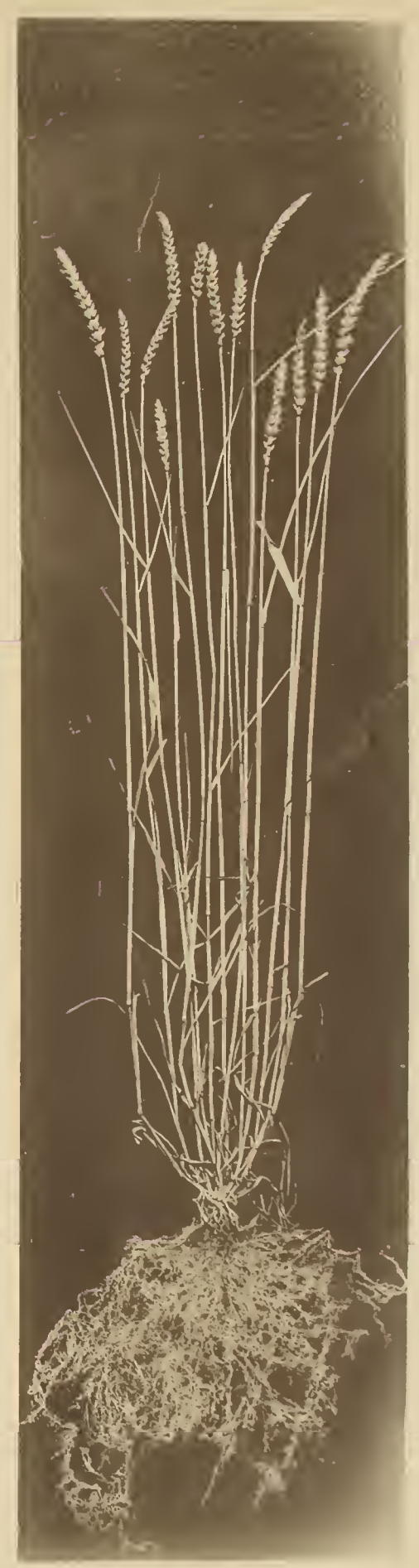
L. HARTMANN, PHOTO.

(1) SOL ARGILEUX.

(2) SOL SILICÉO-ARGILEUX.



(3) SABLE DE RIVIÈRE.



PHOTOTYPIE J. ROYER, NANCY.

(4) CRAIE DE CHAMPAGNE.